

**DARBA
HIGIĒNA**

Izdevumu finansējis ES PHARE Latvijas-Spānijas divpusējās sadarbības projekts (LE/99/IB-CO-01)
«Atbalsts turpmākai likumdošanas saskaņošanai un institūciju stiprināšanai darba drošības un veselības jomā»

Īpaša pateicība Spānijas Nacionālajam Darba drošības un higiēnas institūtam (Instituto National de Seguridad e Higiene en el Trabajo) par sniegtoto atbalstu un materiāliem grāmatas veidošanā

© Labklājības ministrija

No spāņu valodas tulkojuši: Sandra Kasparane,
Lauma Mellēna,
Liene Mustapa,
Anna Vilmane,
Aija Balode



ES PHARE Latvijas - Spānijas divpusējās
sadarbības projekts (LE/99/IB-CO-01)
«Atbalsts turpmākai likumdošanas
saskaņošanai un institūciju stiprināšanai
darba drošības un veselības jomā»

PRIEKŠVĀRDS

Šī grāmata ir tapusi ES PHARE Latvijas – Spānijas divpusējā sadarbības projekta «Atbalsts turpmākai likumdošanas saskaņošanai un institūciju stiprināšanai darba drošības un veselības jomā» ietvaros. Pateicoties Spānijas sadarbības partneru atļaujai Latvijas eksperti ir izmantojuši Spānijas Nacionālā Darba drošības un higiēnas institūta izstrādāto grāmatu «Industriālā higiēna» (Higiene Industrial) un pieskaņojuši to Latvijas Republikas likumdošanas prasībām un situācijai darba aizsardzības jomā.

Šī grāmata ir tikai viens no informatīvi-izglītojošajiem materiāliem, kas ir tapis iepriekšminētā projekta ietvaros. Nemot vērā to, ka Latvijā līdz šim nav bijusi pietiekama informācija par darba aizsardzības jautājumiem, ceram, ka ar projekta palīdzību tapušie materiāli pavērs iespēju Latvijas uzņēmējiem, darba devējiem, darba aizsardzības speciālistiem, un, protams, arī pašiem darbiniekiem uzzināt daudz vairāk par jomu, kas tiešā mērā attiecas uz viņu darbu.

Tāpat ceram, ka šī grāmata varētu būt noderīgs mācību materiāls visiem, kas organizē, vada vai piedalās mācībās par darba aizsardzību un darba vides riska novēršanu.

Grāmata «Darba higiēna» ir viena no sešām sērijas sastāvā esošajām grāmatām, kuras tiek izdotas augstāk minētā projekta ietvaros. Pārējos šīs sērijas izdevumos tiek aplūkoti tādi jautājumi kā darba apstākļi un veselība darbā, darba drošība, ergonomika darbā, psihosociālā darba vide, kā arī darba aizsardzības apmācības metodes. Šīs grāmatas ir augstvērtīgs izglītojošs materiāls darba vides riska novēršanas jomā, kas šobrīd prasa pievērst īpašu uzmanību, nemot vērā gan jaunākos tehniskos risinājumus, gan arī jauno preventīvo principu, kas izriet no Darba aizsardzības likuma un tam pakātotajiem normatīvajiem aktiem darba aizsardzības jomā.

Šajā grāmatā ir skaidrota darba higiēnas būtība, kā arī tiek apskatīti tādi darba vides jautājumi kā ķīmiskie un bioloģiskie faktori, troksnis, vibrācija, mikroklimats, kā arī jonizējošs un nejonizējošs starojums.

Grāmata, cerams, kļūs par vēl vienu instrumentu, ar kura palīdzību tiks gūtas zināšanas, kas nepieciešamas darba vides uzlabošanai, ik dienas veicamais darbs kļūs drošāks, tādējādi labvēlīgi ietekmējot un uzlabojot uzņēmuma vai iestādes darba dzīves kvalitāti un darba efektivitāti.

Ineta Tāre
Darba departamenta direktore

SATURS

I nodaļa. KAS IR DARBA HIGIĒNA?	9
Vispārēji jēdzieni	9
Darba higiēnas principi	12
II nodaļa. KĪMISKIE PIESĀRNOTĀJI	21
levads	21
Ieklūšanas ceļi organismā	22
Piesārnotāju izraistītās sekas	25
Ekspozīcijas iemesli	28
Riska novērtēšana	29
III nodaļa. KĪMISKIE PIESĀRNOJUMI: EKSPOZĪCIJAS MĒRĪŠANA	33
Ekspozīcijas mērišanas jēdziens	33
Tiešās nolasīšanas sistēmas	34
Aktīvās un pasīvās paraugu ņemšanas metodes	36
Individuālie paraugi un apkārtējās vides paraugi	43
Paraugu ņemšanas iekārtu kalibrēšanas noteikumi	44
Mērišanas iekārtu kvalitātes kontrole	45
Analītiskā metode	46
Mērijumu atbilstība	48
IV nodaļa. Kīmiskie piesārnotāji: novērtēšanas kritēriji	49
Vispārīgie jēdzieni	49
Pamatojums novērtēšanas kritēriju vērtību noteikšanai	50
Kancerogēnu un alergēnu novērtēšanas kritēriji	52

Vides novērtēšanas kritēriji un bioloģiskie novērtēšanas kritēriji	53
Tehniska rakstura novērtēšanas kritēriji	55
ES normatīvie akti	57
Latvijas normatīvie akti	58
Latvijā un dažās valstis lietošanai pieņemtie aroda ekspozīcijas normatīvi	59
Daži vides novērtēšanas kritēriju ieviešanas un pielietošanas aspekti	60
V nodaļa. Ķīmiskie piesārņotāji: iedarbības kontrole	65
Vispārējie principi	65
Darbības, kuras vērstas uz piesārņojuma avotu	65
Darbības, kuras attiecas uz vielu izplatīšanās samazināšanu vidē	68
Darbības, kuras vērstas uz cilvēku	72
VI nodaļa. Individuālā aizsardzība	75
Definīcija un vispārēji jēdzieni	75
Individuālo aizsardzības līdzekļu (IAL) klasifikācija	75
Elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļi	76
Ādas aizsardzības līdzekļi	80
IAL izmantošanu un marķēšanu reglamentējoši normatīvie akti	83
VII nodaļa. Troksnis	85
Ievads	85
Trokšņu veidi	86
Dzirdes mehānisms	90
Trokšņa iedarbības sekas	90
Mērišanas ierīces	94
Novērtēšanas kritēriji un normatīvi	96
Darba apstākļu uzlabošana un darbinieku aizsardzība	99
Sitienu troksnis	102
VIII nodaļa. Vibrācija	105
Vibrācijas	105
Vibrācijas ietekme uz organismu	105
Mērišanas ierīces	105
Vērtēšanas kritēriji	106
Vibrācijas iedarbības novērtēšana	108
Profilaktiskie pasākumi	110

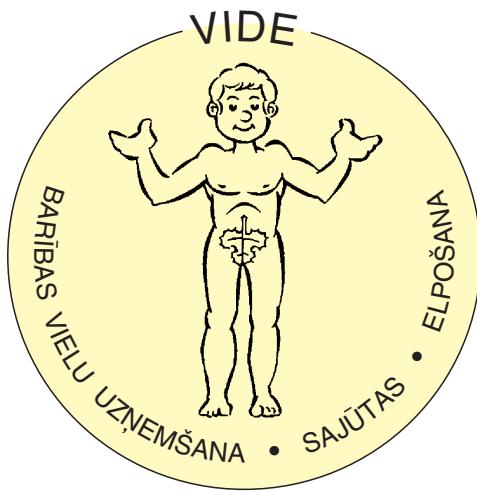
IX nodaļa. Mikroklimats	111
Mikroklimats un cilvēka organismi	111
Siltuma apmaiņa starp cilvēku un apkārtējo vidi	112
Mikroklimata agresivitātes rādītāji	116
Siltuma radītā stresa novērtēšana	117
Termiskā stresa novēršana	117
Aukstuma iedarbība	118
X nodaļa. Nejonizējošais starojums	121
Kas ir starojums?	121
Ultravioletais (UV) starojums	123
Infrasarkanais starojums un redzamā gaisma	125
Mikroviļņi un radiofrekvences viļņi	126
Lāzerstarojums	127
Īpaši zemas frekvences elektriskie lauki	130
XI nodaļa. Jonizējošais starojums	131
Ievads	131
Jonizējošais starojums	132
Iedarbība uz organismu bioloģiskie efekti	132
Lielumi un mērvienības	135
Jonizējošā starojuma dozu limiti	136
Ar jonizējošā starojuma iedarbību saistītas risks	137
Aizsardzības pasākumi	137
Riska zonu noteikšana un apzīmējumi	138
Radiācijas pārbaude	140
Atkritumu savākšana	140
XII nodaļa. Bioloģiskie piesārņotāji	143
Ievads	143
Klasifikācija	143
Ar bioloģiskajiem piesārņotājiem saistītais risks un preventīvie pasākumi	144
Preventīvie pasākumi	151

KAS IR DARBA HIGIĒNA?

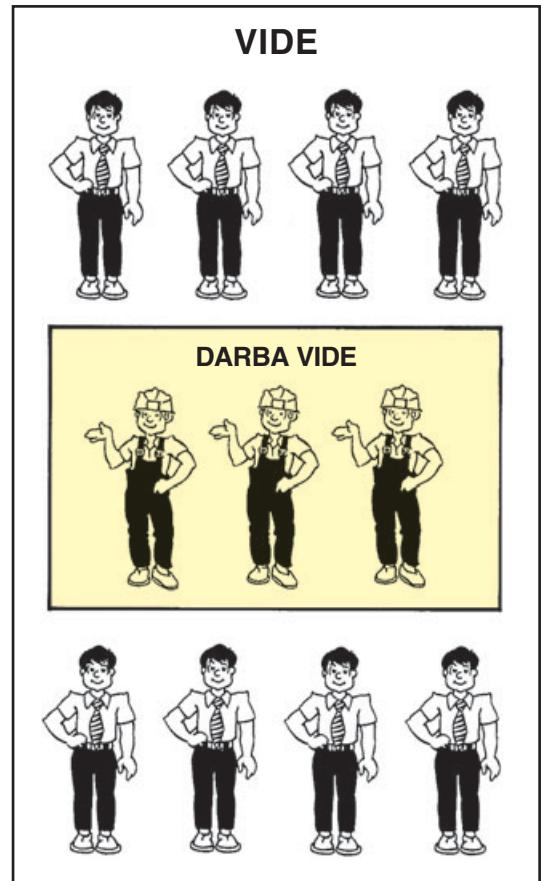
1

VISPĀRĒJI JĒDZIENI

Cilvēks un vide ir savstarpēji cieši saistītas dabas sastāvdaļas. Vidi mēs uztveram caur sajūtām. Nozīme ir gaisam, kuru elpojam, un uzturam, kuru lietojam ikdienā.



Cilvēks savas dzīves laikā ir spējis pielāgoties noteiktiem vides apstākļiem. Tāpēc, palielinoties, piemēram, radiācijas līmenim gaisā, nonākot pārmērīgi augstas vai zemas temperatūras apstākļos, cilvēks izjūt diskomfortu un sāk uztaukties par nelabvēlīgās vides ietekmi uz veselību. Vides apstākļiem krasi pasliktinoties, at-



tīstās dažādas slimības, bet dažkārt var iestāties nāve. Tādējādi, veselību var uzskatīt par cilvēka un vides savstarpējās piemērotības rādītāju. Cilvēka veselības augstākās pakāpes rādītājs ir ideāli piemērota ekoloģiskā dzīves vide.

Vide un darba vide

Ikdienā mēs esam pakļauti riska faktoru iedarbībai gan dabiskajā vidē, gan uzbūvētajā vidē. Vides ietekmes stiprums uz veselību ir atkarīgs no iedarbības apjoma un konkrēta fak-

tora daudzuma vai lieluma. Cilvēki uz vides faktoriem reaģē dažādi: vieni ir jutīgāki, citi mazāk jutīgi. Tāpēc sabiedrības veselības un vides aizsardzības speciālistiem jābūt modriem un jācenšas novērst iespējamo vides riska faktoru nevēlamo ietekmi uz sabiedrības veselību.

Darba vide ir vispārējās vides sastāvdaļa. Pasliktinoties darba vides apstākļiem, pasliktinās darbinieku veselība, attīstās arodslimības un iespējami nelaimes gadījumi darbā. Šādos gadījumos šī sabiedrības daļa – nodar-

FAKTORI, KAS NOSAKA ARODSLIMĪBU VEIDOŠANOS	
KAITĪGĀ RISKA FAKTORA KONCENTRĀCIJA DARBA VIDĒ	Daudziem darba vidē sastopamajiem fizikālajiem un ķimiskajiem riska faktoriem ir noteiktas «pieļaujamās vērtības». Noteikts, ka riska faktors, kura vērtība ir zemāka par noteikto, optimālos apstākļos darbiniekam nenodara veselības kaitējumu.
EKSPOZĪCIJAS ILGUMS	Līdzās noteiktajām ekspozīcijas robežvērtībām parasti pastāv atsauce uz noteiktu, ar normālu darba dienu un vidējo aktīvās darba dzīves periodu saistītu ekspozīcijas laiku. Tā, piemēram, aroda ekspozīcijas robežvērtība (AER) ir tāda ķīmiskās vielas koncentrācija darba vides gaisā, kura visa darba laikā, strādājot 8 stundas dienā (vai arī vielai iedarbojoties citādu laiku, bet ne vairāk par 40 stundām nedēļā) darbinieka organismā visā viņa dzīves laikā neizraisa saslimšanu un novirzes veselības stāvokli, kas konstatējas ar mūsdienu izmeklēšanas metodēm.
PERSONU INDIVIDUĀLĀS ĪPAŠĪBAS	AER un ekspozīcijas laiks tiek attiecināts uz «vidējo nodarbināto». Tāpēc katrā gadījumā rūpīgi jāizvērtē individu dzīves un sociālie apstākļi, kā arī fiziskās un garīgās spējas.
VESELĪBAS TERMINA RELATIVITĀTE	Noteiktā veselības definīcija nesakrīt ar tās tehnisko definīciju. Darbs ir fenomens, kas atrodas pastāvīgā attīstībā. Darba metodes un izmantotie produkti klūst arvien dažādāki un arvien biežāk mainās. Tāpat mainās arī sabiedrībā valdošā koncepcija par veselību un slimību. Cilvēki nevar būt veseli, ja nepastāv priekšnoteikumi, kuri viņiem rada iespēju īstenot centienus, apmierināt vajadzības un mainīt vidi vai uzveikt tās ietekmi. Savlaicīgi jādomā par strādājošo darba apstākļiem un darba vidi, lai maksimāli attālinātu arodslimības un nelaimes gadījumus darbā.
VAIRĀKU KAITĪGO FAKTORU VIENLAICĪGA KLĀTBŪTNE	Jebkura kaitīga faktora iedarbība samazina organisma aizsardzības spējas. Tādēļ situācijās, kad darba vietā personas tiek pakļautas vairāku riska faktoru iedarbībai, noteiktās robežvērtības ir jāpārskata.

binātie uzskatāmi par cietušajiem neveselīgajā darba vidē.

Darba apstākļi, arodslimības, darba higiēna

Pasaules Veselības organizācija (PVO) veselību definējusi šādi:

«Veselība ir pilnīga fiziska, garīga un sociālā labklājība, nevis tikai stāvoklis bez slimības vai fiziskiem trūkumiem». Tādējādi, lai nodrošinātu darbiniekam fizisko, garīgo un sociālo labklājību, jārūpējas par viņu darba apstākļiem. Faktiski darba apstākļi nosaka nodarbinātā attiecības ar darba vidi.

Darba apstākļi ir darba vides faktoru kopums, kuros tiek īstenota un norisinās nodarbināto darbība.

Darba vides apstākļu izpētē un darbinieku arodveselības nodrošināšanā ievērojama loma ir **darba** vai, kā to vairākās valstis dēvē, **industriālajai higiēnai**.

Darba higiēna apvieno mediķus, ķīmikus, fiziķus un visus citus speciālistus, kas pētī, kontrolē nelabvēlīgo un veselībai bīstamo darba vides faktoru ietekmi uz darbinieku organismu darba procesā, nosaka cilvēku darbspējas, darba un atpūtas režīma fizioloģiju, cilvēka ergonomiskās un biomehāniskās potences, kā arī citus faktorus, kas var ietekmēt strādājošo arodveselību.

DARBA HIGIĒNA IR PREVENTĪVĀS MEDICĪNAS NOZARE. TĀ NOSAKA UN KONTROLĒ DARBA RISKUS, KAS VAR IZRAISĪT ARODSLIMĪBAS UN NELAIMES GADĪJUMUS DARBĀ.

Iepriekšēja vēsture

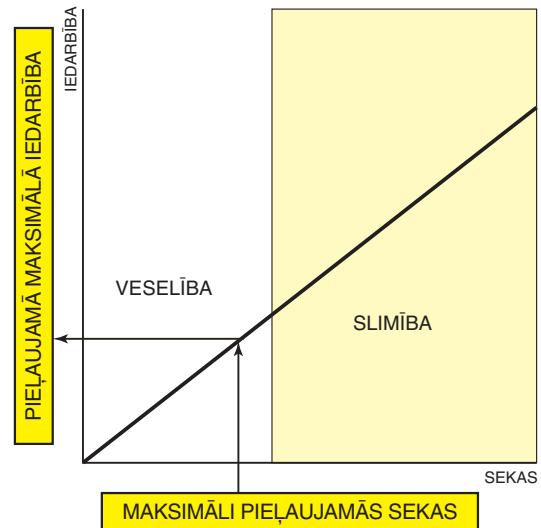
Higiēnai kā preventīvās medicīnas nozarei ir sena pagātne. Zinātniskās medicīnas pamatlīcējs Hipokrāts, lai noskaidrotu dažādu slimību cēloņus, pievērsa uzmanību darba un apkārtējai videi, veselīgam dzīvesveidam. Ir pierādījumi, ka Hipokrāts aprakstījis slimības, ar ku-

rām sirga svina raktuvēs strādājošie. 17. gadsimta beigās un 18. gadsimta sākumā parādījās pirmie raksti par slimībām saistībā ar arodu. Itāļu ārsts Ramacīni (*Ramazzini*) aprakstīja plaušu putekļu slimības. 19. gadsimta sākumā sakarā ar strauju industrializācijas attīstību pieauga nelaimes gadījumi darbā un arodslimības. Kaitīgie izmeši no rūpniecībām piesārņoja vidi. Radās nepieciešamība veikt laboratoriskos un eksperimentālos pētījumus. Pateicoties L. Pastēra, R. Koha, E. Parksa, M. Pettenkofera un M. Rubnera ieguldījumam pētniecības jomā preventīvā medicīna nostabilizējās kā zinātne.

Daudzās valstīs, konstatējot darbinieku salīmību saistībā ar darbu, tika uzsākta likumu izdošana par nelaimes gadījumu darbā un arodslimību novēršanu. Tas turpinās līdz mūsu dienām. Atskatoties vēsturē, var teikt, ka **darba higiēna** kā jēdziens radās XX gadsimta sākumā, un to veicināja pirmie likumi par nodarbināto veselības aizsardzību.

Devas

Kaitīgā faktora daudzums un ekspozīcijas laiks veicina arodslimību rašanos. Šo sakarību varētu attēlot šādi:

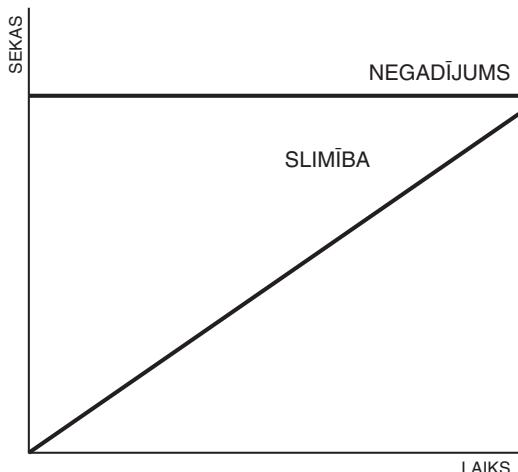


Jo ilgstošāka ir kaitīgā faktora iedarbība, jo lielāks risks ir saslimt vai saindēties. Maksimāli pieļaujamo sekū pārsniegšanas gadījumos ir iespējams noteikt maksimāli pieļaujamās iedarbības apjomu.

Par efektīvo devu sauc tādu iedarbību, kas cilvēka organismā izraisa fizioloģiskus vai funkcionālus traucējumus.

Arodslimību un darba negadījumu savstarpējā attiecība

Arodslimība no tehniskā viedokļa, tiek definēta kā lēna un pakāpeniska darbinieka veselības pasliktināšanās, ko izraisījusi ilgstoša kaitīgo faktoru iedarbība. **Nelaimes gadījumi darbā** tiek definēti kā ārkārtas gadījumi, kas pēkšņi pārtrauc darba gaitu un nodara kaitējumu strādājošā veselībai. Ko-pīgs arodslimībai un nelaimes gadījumam darbā ir veselības kaitējums, bet atšķirīgs – laika periods, kurā notiek veselības kaitē-



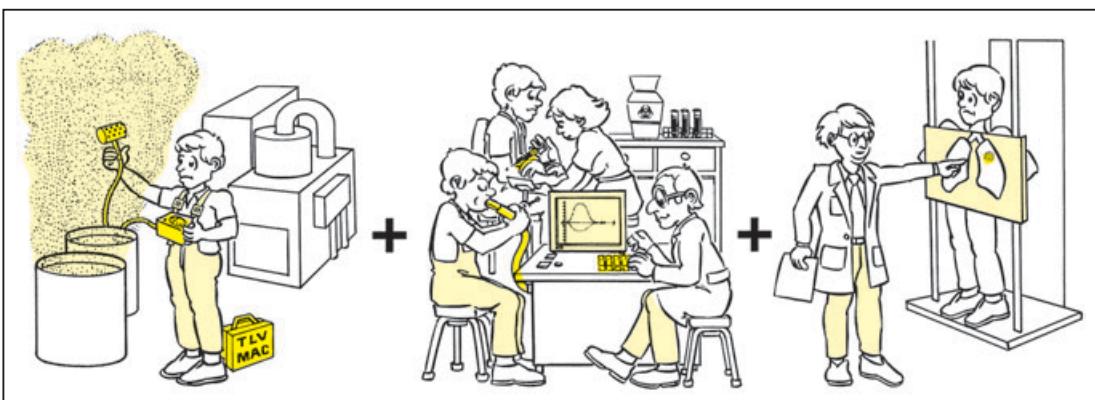
jums. Būtiska nozīme, runājot par arodslimību, ir ekspozīcijas laikam. Pieaugot ekspozīcijas laikam, pieaug kaitīgā faktora daudzums. Tādējādi palielinās sekas. Nelaimes gadījumam darbā ekspozīcijas laikam nav nozīmes, jo negadījuma sekas rodas uzreiz.

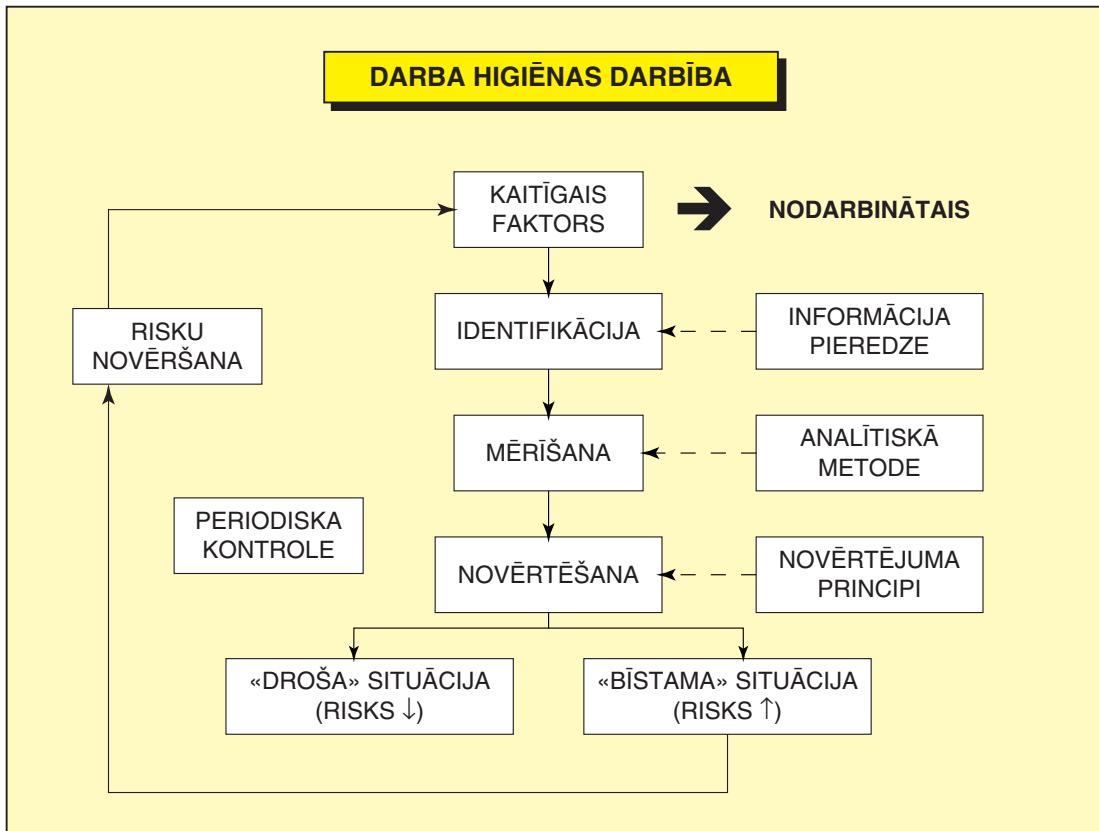
DARBA HIGIĒNAS PRINCIPI

Darba higiēna veic profilaktiskus un tehniska rakstura pasākumus. Darba devējam ir jāatceras, ka izdevīgāk ir ieguldīt līdzekļus darbinieku veselības veicināšanā nevis iegūto sekū likvidēšanā, piemēram, slimību ārstēšanā u.tml.

Darba higiēna savā darbībā balstās uz šādiem principiem:

1. riska faktora identifikācija;
2. situācijas novērtēšana, izdarot laboratoriskos mērījumus un salīdzinot mērījumu rezultātus ar robežvērtībām;





3. preventīvo un tehnisko pasākumu izstrādāšana un ieviešana.

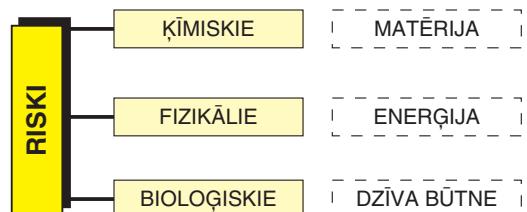
No papildus pasākumiem nozīmīgākais ir periodisku kontroles pasākumu nodrošināšana darba vidē. Periodiskā kontrole ietver laboratoriskos mērījumus, bioloģisko monitoringu un darbinieku obligātās veselības pārbaudes.

KAITĪGIE DARBA RISKA
FAKTO RI IR KĪMISKIE,
FIZIKĀLIE UN BIOLOGISKIE,
KAS VAR KAITĒT
DARBINIEKU VESELĪBAI

PERIODISKI KONTROLĒ
PASĀKUMI IR NEPIECIEŠAMI,
LAI GARANTĒTU NODARBINĀTO
VESELĪBU UN DROŠĪBU

Riska definīcija

Par **darba vides riska faktoriem** uzskata kīmiskos, fizikālos un bioloģiskos riska faktorus.



Ķīmiskie riski

Ķīmiskos riskus veido inertas (nedzīvas) matērijas. Tās atrodas gaisā atsevišķu molekulu veidā (gāze, izgarojumi) vai aerosolu veidā (dūmi, tvaiki, garaiņi, migla).

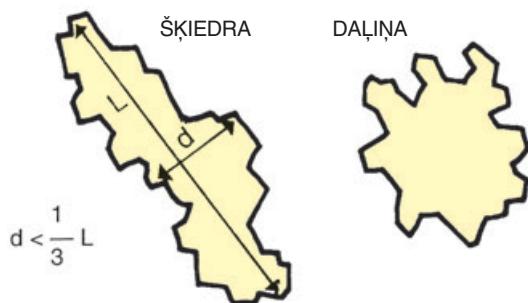
Darba higiēnisti putekļus pieskaita pie cietajiem aerosoliem. Pēc daļiju lieluma putekļus iedala redzamajos (daļiju diametrs lielāks par 10 mikrometri, μm), mikroskopiskajos ($0,25 - 10 \mu\text{m}$) un ultramikroskopiskajos ($<0,25 \mu\text{m}$).

Cilvēkam visbīstamākie ir putekļi, kuru diametrs ir mazāks par 5 mikrometriem, jo tie iekļūst dziļi elpošanas orgānos, kā arī kunģa un zarnu traktā.

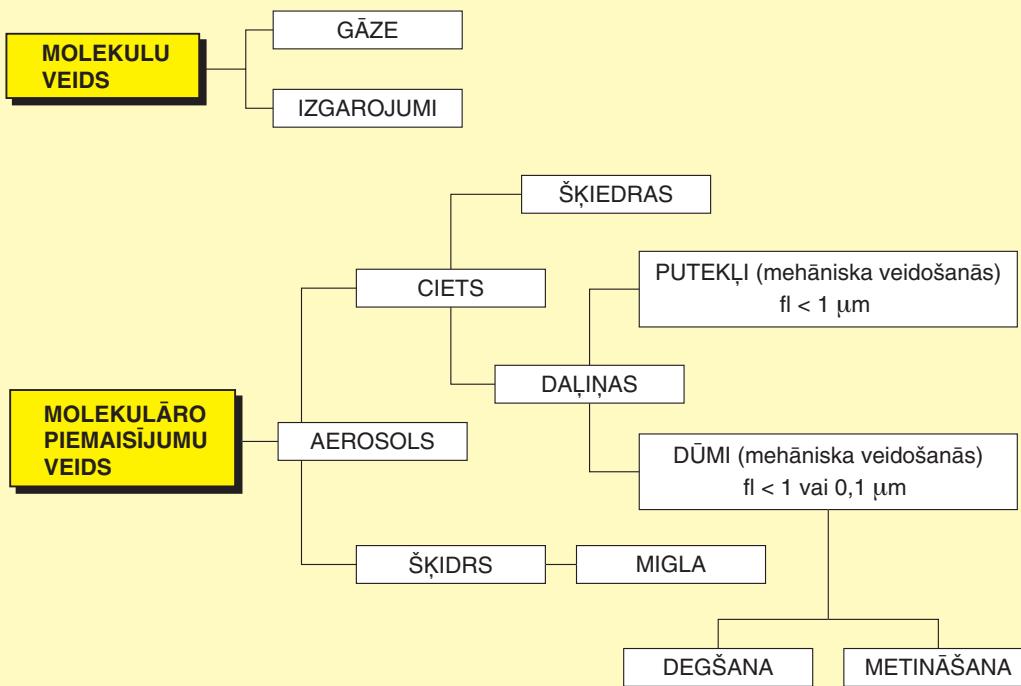
Ja aerosols sastāv no šķidruma mikrodaļinām, tad to parasti sauc par miglu (piemēram, sērskābes vai minerālellas migla). Cietās daļīnas, kurām ir garena forma, un kuru

**IEELPOJAMO PUTEKĻU FRAKCIJA
SASTĀV NO DAĻINĀM, KAS IR
MAZĀKAS PAR 0,001 MILIMETRIEM**

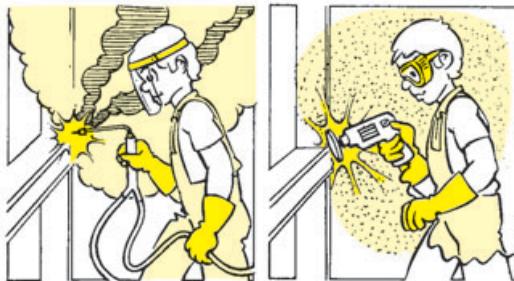
diametrs ir mazāks par 1/3 no to garuma, sauc par šķiedrām.



ĶĪMISKIE RISKI



Dūmi ir aerosols, kas veidojas degšanas procesā. Dūmu sastāvā var ietilpt metālu savienojumi, piemēram, metināšanas aerosoli. Dūmi, kas rodas nepilnīgas sadegšanas vai ķimiskas reakcijas procesā, nesatur metālus.



Fizikālie riski

Fizikālie riski ir konkrētu avotu radītā enerģija, kas var nodarīt kaitējumu darbiniekim. Šī enerģija var būt mehāniska, termiska vai elektromagnētiska. Tā kā šīs enerģijas ir dažādas, to izraisītās sekas ir atšķirīgas, tāpēc šo enerģiju mērišanai un analīzei ir nepieciešams

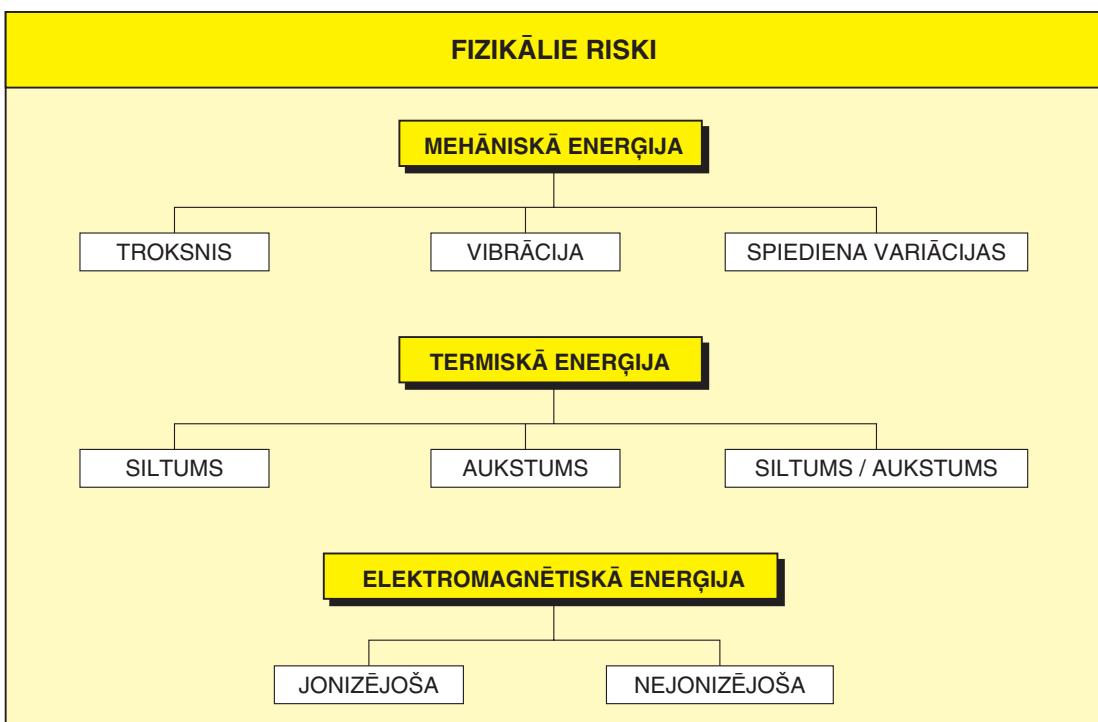
izmantot speciālas metodes.

Troksnis un vibrācija ir zināmākie mehāniskās enerģijas veidi. Troksni parasti definē, kā nevēlamu skaņu. Pierādits, ka trokšņa līmenis (mēra decibelos, dB), kas pārsniedz 80 dB pie noteiktām frekvencēm, strādājot 8 stundas dienā, izraisa dzirdes pasliktināšanos, kā arī citus fizioloģiskus un psiholoģiskus traucējumus.

TROKSNS IR VIENS NO BIEŽĀK SASTOPAMAJIEM DARBA VIDES RISKA FAKTORIEM

Ultraskāņa ir cilvēka dzirdei neuztverami skaņu viļni, kuru frekvence pārsniedz 20000 Hz. Ultraskāņas mijiedarbību ar organismu nosaka tās intensitāte, izstarojuma veids un ekspozīcijas laiks.

Vibrācijas izraisītās sekas, galvenokārt, atkarīgas no tās frekvences. Lielākas frekvences (50 – 1000 Hz) iedarbojas uz cilvēka

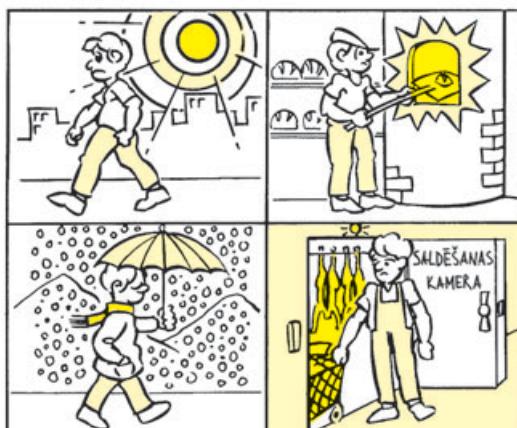


sirds-asinsvadu sistēmu, rodas angiospastisks efekts. Tāpat cieš arī perifēriskā nervu sistēma. Rodas muskuļu un nervu sistēmas darbības traucējumi. Gala rezultātā cieš centrālā nervu sistēma.

VIBRĀCIJAS IZRAISĪTĀS SEKAS IR ATKARĪGAS NO VIBRĀCIJAS FREKVENCES, AMPLITŪDAS UN EKSPOZĪCIJAS ILGUMA

Darba laikā cilvēka organismu ietekmē darba vides mikroklimats. No higiēnas vie dokļa mikroklimats ir fizikālo faktoru kopums, kas veido organisma siltumapmaiņu ar apkārtējo vidi un nosaka organisma siltuma stāvokli. Siltumatdevi nosaka ādas siltumapmaiņa ar apkārtējo vidi. Siltums, kas rodas organisma dzīvības uzturēšanas laikā, tiek novadīts izstarošanas, konvekcijas, kondukcijas un iztvaikošanas ceļā. Cilvēka izdalītais metaboliskais siltuma daudzums ir saistīts ar nepārtraukiem sintēzes procesiem, kas notiek organismā (olbaltumvielu u.c. sintēze), ar jonu pārnesi (osmoze), ar muskuļu (sirds, gludie muskuļi, skeleta muskulatūra u.c.) mehānisko darbību.

Cilvēka organisms spēj pielāgoties darbam karstajos cehos līdz zināmai robežai. Pārsniedzot šo robežu, cilvēks izjūt nogurumu un ievērojami pazeminās darba spējas. Pārkaršana vieglā formā izpaužas šādi:



galvassāpes, nogurums, nespēks, sāpes muskuļos. Ľoti smagos gadījumos cietušajam ir ādas cianoze, ķermenē temperatūra var sasniegt $40\ldots41^{\circ}\text{C}$. Dažkārt novēro t.s. krampju slimību – ekstremitātēs ir toniska rakstura krampji, ko izskaidro ar nātrija hlorīda samazināšanos asinīs un audos. Pat tad, ja karstais mikroklimats nav sevišķi izteikts, bet iedarbojas ilgstoši, karsto cehu darbiniekiem biežāk nekā citiem cilvēkiem novēro miokarda distrofiskas izmaiņas, arteriālo hipotoniju vai hypertensiju, kūnāzarnu trakta un nervu sistēmas slimības.

 AUGSTAS FREKVENCES	KOSMISKAIS STAROJUMS
 GAMMA STAROJUMS γ	
 RENTGENSTAROJUMS	
 ULTRAVIOLETAIS STAROJUMS	
 REDZAMĀ GAISMA	
 INFRASARKANAIS STAROJUMS	
 MIKROVIĻNI RADARU VIĻNI F.M. DIAPAZONA RADIOVIĻNI TELEVIZIJAS VIĻNI	
 ZEMAS FREKVENCES	RADIOVIĻNI
 LOTI ZEMAS FREKVENCES	ELEKTRISKIE LAUKI (AUGSTSPRIEGUMS)

GADĪJUMOS, KAD PERSONA TIEK PAKĀAUTA KARSTUMA IZRAISĪTAM STRESAM, DISKOMFORTA SITUĀCIJAS IR JĀNODALA NO TĀM SITUĀCIJĀM, KAS RADA RISKU PERSONU VESELĪBAI

Elektromagnētisko starojumu iedala jonizējošā un nejonizējošā starojumā. Šos starojumus raksturo frekvence un viļņu garums. Jo īsāks viļņu garums, jo spēcīgāka starojuma bioloģiskā iedarbība.

ELEKTROMAGNĒTISKAIS STAROJUMS TIEK KLASIFICĒTS PĒC TĀ FREKVENČU SPEKTRA

Starojums, kura frekvence ir augstāka par 10^{17} Hz, tiek saukts par jonizējošo starojumu. Starojumam un matērijai savstarpēji iedarbojoties, tiek izraisīta matērijas jonizācija. Tā tas notiek gadījumos ar rentgenstarojumu un γ -starojumu. Matērijas jonizāciju izraisa arī korpuskulārās α un β daļīnas un neutroni.

Nejonizējošais starojums cilvēka organismā izraisa dažādas, savstarpēji atšķirīgas sekas. Kaitējums atkarīgs no starojuma intensitātes un viļņa garuma.

Lāzeru starojums arī pieskaitāms elektromagnētiskajam starojumam. Lāzera darbības pamatā ir stimulēta gaismas pastiprināšana, atbrīvojoties lāzera vides atomu un molekulu ierosināto stāvokļu enerģijai. Lāzera staru iedarbība uz organismu līdzīga redzamās gaismas, infrasarkanā un ultravioletā starojuma iedarbībai. Tomēr šī starojuma iedarbība ir daudz intensīvāka.

Elektromagnētiskie lauki pieskaitāmi pie nejonizējošā starojuma. Savukārt, elektriskie lauki parasti ir saistīti ar statisko elektrību. Elektriskie lauki veidojas gan mākslīgi (televizoru radītais elektrostatiskais lādiņš), gan dabiski (elektrostatiskais lādiņš mākoņos). Par

elektromagnētisko lauku iedarbību uz cilvēka organismu ir maz ziņu un tas atrodas pētīšanas stadijā.

SEKAS

JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

IEDARBĪBA ĪSĀ LAIKA PERIODĀ:
šūnu bojāumi, apdegumi.

IEDARBĪBA ILGĀKĀ LAIKA PERIODĀ:
izraisa saslimšanu ar vēzi.

NEJONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

REDZAMAIS UN ULTRAVIOLETAIS STAROJUMS:

kaitējums ādai un acīm.

INFRASARKANAIS STAROJUMS:

kaitējums ādai un organismam kopumā.

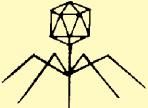
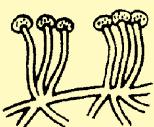
MIKROVIĻNI, RADIOFREKVENCES UN ĽOTI ZEMAS FREKVENCES STAROJUMS:

paaugstināta ķermeņa temperatūra;
kaitējums dažādām organisma daļām.

Bioloģiskie riski

Bioloģiskie riski ir dzīvas būtnes, kas spēj nodarīt kaitējumu darbinieka veselībai. Runa ir par dzīviem organismiem ar noteiktu dzīves ciklu, kuri iekļūstot cilvēka organismā izraisa infekcijas slimības. Ja notikusi saslimšana, kad cilvēks inficējies no dzīvnieka, tad tādu saslimšanu sauc par zoonozi. Bioloģiskos riskus pēc to īpašībām iedala piecās grupās.

BIOLOGISKIE RISKI
IZRAISA INFEKCIJAS SLIMĪBAS

BIOLOGISKIE RISKI	
	Virusi
	Baktērijas
	Protozoji
	Sēnītes
	Parazīti (helmīnti u.c.)

PIRMAIS SOLIS DARBA HIGIĒNAS JOMĀ IR RISKA FAKTORU IDENTIFIKĀCIJA

Ekspozīcijas mērišana

Lai noteiktu riska faktora klātbūtni darba vidē un novērtētu tos kvantitatīvi, nepieciešami laboratoriskie mērijumi. Fizikālo faktoru (trokšņa, vibrācijas, dažādu starojuma veidu u.tml.) parametrus parasti veic ar tiešiem mērijuviem (mēriju rezultātus uzreiz uzrāda attiecīgā aparatūra). Sarežģītāk ir izmērit ķimiskos faktorus. Ķimisko faktoru mērijuviem tiek lietoti īpaši mēraparāti (detektori) vielu koncentrācijas noteikšanai mērišanas vietā. Visbiežāk tomēr tiek izmantota analītiskā metode, kas sastāv no paraugu ņemšanas un vēlākas to analīzes laboratorijā. Līdzīgi nosaka arī bioloģiskos riskus.

ĶIMISKO RISKU MĒRĪŠANAI GAISĀ TIEK IZMANTOTAS ĶIMISKĀS ANALĪZES METODES

Risku identifikācija

Par vienu no darba higiēnas funkcijām jāuzskata risku identifikāciju. Gadījumos, kad zināmi darba vides riski, to identifikācija ir vienkāršāka. Tomēr reizēm (lai gan tam tā nevajadzētu būt) par tiem nav pietiekošas informācijas. Šādos gadījumos un gadījumos, kad risks rodas, piemēram, ķimisko vielu sintēzes procesā, identifikāciju veikt būs daudz sarežģītāk. Piemēram, ķimisko risku identifikācijas gadījumā vispirms nepieciešams izanalizēt visas iespējamās kaitīgās vielas, kas varētu veidoties tehnoloģiskā procesa gaitā.

Lai veiktu pareizu risku identifikāciju, ir svarīgi būt informētiem par veicamo operāciju. Ja darba higiēnas speciālists to pārzina (tas ir atkarīgs arī no viņa pieredzes) problēmas risinājums var izrādīties daudz vienkāršāks.

Tiešā lasījuma instrumentiem un monitoriem, kā arī analītiskajām metodēm ir jāgarantē to precīzitātes atbilstība noteiktām prasībām. Tāpēc jāveic regulāra izmantoto mēraparātu pārbaude (testēšana).

Par iespējamo veselības kaitējumu darbiniekam var spriest, salīdzinot mērijumos iegūtos datus un ekspozīcijas ilgumu ar higiēnas normām vai standartiem (piemēram, ķimisko vielu aroda ekspozīcijas robežvērtībām darba vides gaisā). Papildus jāievēro:

- rezultātam ir jābūt ticamam. Tas nozīmē, ka riskiem un to daudzumam patiešām ir jāatbilst tam, ko darbinieks saņem vai ieelpo darba dienas laikā vai ilgākā laika periodā. Būtiska nozīme ir ekspozīcijas ilgumam;

TIEŠAIS LASĪJUMS	ANALĪTISKĀ METODE			
	Parauga ņemšana	Transportēšana + Uzglabāšana	Apstrāde + Instrumentāla analīze	Rezultātu paziņošana

- jāatceras, ka ķīmisko risku mērījumi gaisā ļauj noteikt elpošanas celā uzņemto koncentrāciju. Tāpēc jāpārliecinās, vai pētāmais ķīmiskais aģents nevar iekļūt organismā citā veidā. Piemēram, organiskie šķidinātāji organismā var nokļūt arī caur ādu;
- noskaidrojot, ka ķīmiskie faktori iekļuvuši organismā pa elpošanas ceļiem, jāveic nepieciešamie profilaktiskie pasākumi, kā arī jāizvērtē strādājošā piemērotība šim darbam. Mikroklimatiskie parametri darba vidē būtiski ietekmē nodarbinātā elpošanas ritmu. Tādējādi tiek raditi apstākļi kaitīgās ķīmiskās vielas ātrākai iekļūšanai organismā lielākā koncentrācijā;
- arī citi faktori, tādi kā – individuāli uzvedības vai ēšanas paradumi, personas dzīvesvieta, u.c. tāpat var ietekmēt uzņemto kaitīgo vielu koncentrāciju un tālāku akumulāciju organismā.

ĶĪMISKO VIELU KONCENTRĀCIJAS
NOTEIKŠANA DARBA VIDĒ ļAUJ PRECĪZI
IZVĒRTĒT NODARBINĀTO PAKĻAUTĪBU
KAITĪGO FAKTORU IETEKMEI

Risku novērtēšana

Pēc ekspozīcijas mērījumu veikšanas notiek risku novērtēšana. Tieks salīdzināti iegūtie rezultāti ar normatīviem lielumiem. Parasti runā par aroda ekspozīcijas robežvērtībām vai citiem normatīviem lielumiem (tiekšņa spiediena limeni, vibrācijas paātrinājumu, starojuma dozu u.tml.). Teorētiskā darba higiēna šai sakarā veic pētījumus, lai iegūtu attiecīgos novērtēšanas kritērijus, balstoties uz laboratorisko mērījumu rezultātiem, kā arī uz iepriekš iegūtām likumsakarībām par iespējamo kaitēju mu nodarbinātā veselībai.

NOVĒRTĒŠANA, KAS IR VEIKTA,
IZMANTOJOT ATBILSTOŠUS
NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJUS
(ARĪ HIGIĒNAS NORMAS UN
STANDARTUS), UZRĀDA RISKA PAKĀPI,
KAS JĀNEM VĒRĀ, NOSAKOT
NODARBINĀTO ARODA VESELĪBU
UN DROŠĪBU DARBĀ

Darba apstākļu un darba vides uzlabošana

Ja pēc veiktās novērtēšanas konstatēts, ka pastāv augsta riska pakāpe, ir jāveic profilaktiskie pasākumi darba vides un darba apstākļu uzlabošanai. Galvenā vērība jāpievērš kaitīgā faktora novēršanas vai samazināšanas procedūrām, darba vides atveselošanai un darbinieka veselības aizsardzībai.

Šo profilaktisko un tehnisko pasākumu mērķis ir veicināt darbinieku veselību un drošību darbā, samazinot kaitīgo faktoru koncentrācijas vai līmenus, kā arī ekspozīcijas laiku bīstamā vidē.

Alternatīvas darbības

Jāatceras, ka līdzās aprakstītajai procedūrai pastāv arī alternatīvas iespējas, jo darba higiēnas pētījumi prasa ne tikai laika, bet arī lielus kapitālieguldījumus.

Piemēram, kaitīgo vielu koncentrācijas noteikšanu darba vides gaisā ir iespējams aizstāt ar piesārņotāja koncentrācijas mērišanu to izplūdes punktā (vietā). Zinot darba

telpas platību un gaisa apmaiņas biežumu telpā, var noteikt kaitīgās vielas koncentrācijas līmeni gaisā ražošanas procesa laikā. Tāpat, zinot darba tehnoloģiju, var noteikt kaitīgo vielu vai starpproduktu iespējamo daudzumu.

Otra iespēja ir iepriekš noteiktu darba vides uzlabošanas pasākumu veikšana. Piemēram, krāsošanas kabīnu uzstādīšana metālapstrādes cehos (iepriekš krāsošanas darbi tika veikti cehā, kurā bez krāsošanas darbiem tiek veikti arī citi darbi).

Gadījumos, kad kaitīgo faktoru nav iespējams novērst vai samazināt, lietojot tehniskus paņēmienus, lietderīgi ir aizsargāt darbiniekus, izsniedzot individuālos aizsardzības līdzekļus.

ATSEVIŠKOS GADĪJUMOS
LIETDERĪGĀK IR VEIKT
DARBA VIDES VAI APSTĀKĻU
UZLABOŠANAS PASĀKUMUS,
NEVEICOT LABORATORISKOS
MĒRĪJUMUS

ĶĪMISKIE PIESĀRŅOTĀJI: DARBĪBAS METODIKA

2

IEVADS

Ikviena ķīmiskā viela spēj cilvēka organismā izraisīt traucējumus, ja tā tiek absorbēta (uzņemta) pietiekamā daudzumā. Protams, dažas vielas ir mazāk toksiskas par citām. Šādā gadījumā kaitējuma nodarišanai ir nepieciešams lielāks vielas daudzums.

Organismā uzņemtās vielas daudzumu sauc par **devu**.

Ja kāds noteikts pulvera veida savienojums tiek saukt par **inertu**, ar to ir domāts, ka veselības traucējumu izraisišanai ir nepieciešama liela šī savienojuma deva, bet tas nenozīmē, kas šis savienojums nav **toksisks**.

Vielas absorbceja organismā ir solis uz tās nokļūšanu asinīs. Ar terminu «dermālā absorbceja» saprot atsevišķu vielu spēju izklūt cauri ādai un nonākt asinsrites sistēmā.

Kaitējums, ko toksiska viela nodara organismam, ir atkarīgs no devas, bet tāpat arī no laika ilguma, kurā šī deva tiek uzņemta.

Atkarībā no šiem diviem faktoriem saindešanos mēdz iedalīt akūtās vai hroniskās intoksikācijās.

Smagām akūtām intoksikācijām ir raksturīga lielu devu absorbceja organismā īsā laika periodā (24 stundas kā maksimums). Darba vidē šādas situācijas var izveidoties nelaimes gadījumu laikā (noplūdes, vielu izlišana u.c.), vai tīri-

šanas, tehniskās apkopes vai līdzīgu operāciju laikā.

Hroniskas intoksikācijas rodas, ja individu kādā savas dzīves posmā atkārtoti uzņem nelielas toksiskās vielas devas un ja tās nonāk organismā ar īsu laika intervāla atstarpi (darba diena vai daļa no tās).

Arodekspozīcijā tas ir visizplatītākais pakļautības veids. Šo ekspozīciju intensitātē nav bīstama īsā laika periodā, bet nodara kaitējumu, ja ekspozīcija atkārtojas diendienā gadiem ilgi. Jāņem vērā arī tas apstāklis, ka šāda veida intoksikācijās kaitējuma izpausmes var parādīties tikai pēc ilgāka laika perioda.

Atsevišķas toksiskās vielas laika gaitā **uzkrājas** organismā, jo tās no organisma tiek izvadītas mazākā apjomā, nekā tiek absorbētas. Kad vielas koncentrācija kādā no organisma daļām sasniedz noteiktu līmeni, parādās slimības simptomi (piemēram, svins).

Dažas toksiskās vielas tiek viegli izvadītas no organisma, tomēr rada virkni seku. Šīs sekas savstarpēji summējoties kļūst par iemeslu tam, ka pēc zināma laika organismā rodas traucējumi.

Galvenais darba higiēnas mērķis ir darba apstākļos iegūtu ķīmisko piesārņotāju hronisku intoksikāciju novēršana.

Toksikoloģijas nozarē mēdz runāt arī par subakūtām daļēji smagām intoksikācijām. Subakūta intoksikācija, vērtējot pēc devas uzņemšanas ilguma, atrodas starp smagu akūtu un hronisku intoksikāciju.

Kā jau minējām agrāk, lai kīmiska viela nodarītu kaitējumu, organismam tā ir jāabsorbe, tas ir – šai vielai no ārējās vides ir jāno-

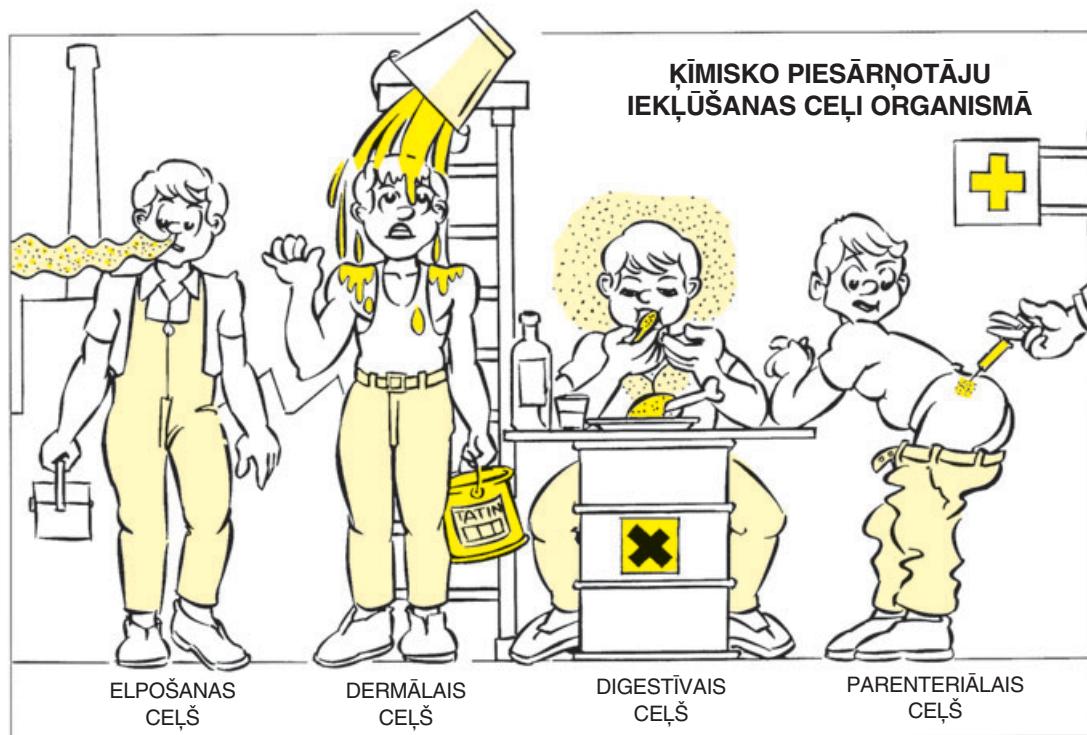
kļūst ķermenē orgānos un audos. Šis apgalvojums neattiecas uz kodīgiem un korozīviem savienojumiem, kas var nodarīt kaitējumu tiešā kontaktā ar indivīdu, iznīcinot organisma audus (skābju iedarbība uz ādu vai acīm). Šāda veida kaitējums parasti izpaužas pēkšni, nevis ilgākā laika periodā.

IEKĻŪŠANAS CEĻI ORGANISMĀ

Darba vidē atrodošās kīmiskās vielas organismi var uzņemt četros dažados veidos:

- elpošanas ceļi (ieelpošana);
- dermālais ceļš (uzsūcoties caur ādu);
- digestīvais ceļš (caur gremošanas traktu);
- parenterālais ceļš (caur brūci vai injekciju veidā).

Dažas kīmiskās vielas (svins) caur placentāro barjeru var uzsūkties augļa organismā, ja māte darba vidē kontaktē ar šādām vielām.



Elpošanas ceļš

Raugoties no darba higiēnas viedokļa, ieelpošana ir pats svarīgākais piesārnotāja ieklūšanas ceļš organismā.

Lai saņemtu darbību veikšanai nepieciešamo energiju, indivīdam ir nepieciešams skābeklis.

Lai saņemtu skābekli, indivīds caur degunu vai muti ieelpo apkārt esošo gaisu, tālāk to novadot uz plaušām. Plaušu iekšienē atrodas plaušu alveolas – nelieli, ļoti plāni gaisa caurlaidīgi maisiņi. Alveolām tiešā veidā saškaroties ar apkārt riņķojošajām asinīm, skābeklis no gaisa noklūt asinīs, bet asinu transportētais oglekļa dioksīds nokļūst alveolās un no jauna caur degunu vai muti tiek izvadīts ārā.

Organismā ar ieelpojamo gaisa plūsmu var tikt ievadīta jebkura kīmiska viela, kas atrodas gāzes, tvaiku, dūmu, putekļu, šķiedru, u.c. stāvoklī. Atkarībā no šo vielu daļīju lieluma un formas, tās elpošanas aparātu veidojošajos kanālos spēs noklūt tālāk vai tuvāk. Tādējādi, gāzes un ļoti sīkas putekļu vai dūmu daļīnas var noklūt asinīs līdzīgā veidā kā skābeklis.

Citas sastāvdaļas (lielākās putekļu, miglas u.c. daļīnas) var nosēsties nāsīs, trahejā vai bronhos. Daudzas no šim daļīnām tiks no jauna izvadītas ārā, personai šķaudot, vai līdz ar siekalu un glotu izdalījumiem norītas. Vēl citas, pietiekami mazas vai aerodinamiski spējīgas daļīnas nonāks līdz alveolām, bet nevarēdamas noklūt asinīs, tiks tur aizkavētas, tādējādi ilgākā laika periodā kļūstot par cēloni dažādām elpošanas ceļu slimībām.

Jebkurā no šim situācijām var notikt dažāda veida kaitējumi veselībai – sākot no vienkāršiem deguna vai rīkles glotādas iekaisumiem, līdz neatgriežama kaitējuma nodarišanai pat vistālāk esošajam orgānam, ja toksiskā viela ieklūst asinīs.

Dermālais ceļš

Kīmiskās vielas, kas nonāk saskarē ar ādu,

var izklūt tai cauri (citas vieglāk, citas ne tik viegli) un nonākt asinīs, ar to palīdzību izplatoties pa visu ķermenī.

DRĒBES, KAS IR PIESŪCINĀTAS AR KĀDU KĪMISKU VIELU, VAR IZRAISĪT ORGANISMA INTOKSIKĀCIJU DERMĀLĀ CEĻĀ

Tas, cik viegli kāda viela uzsūcas caur ādu, pārsvarā ir atkarīgs no vielas kīmiskajām īpašībām (spēja šķist ūdenī vai taukos) un no ādas stāvokļa.

Tā, piemēram, āda, kuras epiderma (ādas virsējā kārta) nav vesela un kurā ir izveidojušās kāda tīrišanas līdzekļa izraisītas erozijas (kas veidojušās, lietojot šo produktu darbā vai mājsaimniecībā), ir daudz neizturīgāka pret toksiskās vielas uzsūkšanos.

Toksiskās vielas izplatīšanos organismā veicina perifēro asinu cirkulācijas intensitāte, kuras paaugstināšanos var izsaukt vides temperatūra un fiziskā darba slodze.

Digestīvais ceļš

Kīmisko vielu norīšana darbā parasti notiek neviļus, un tā gandrīz vienmēr ir saistīta ar tādiem nehigiēniķiem paradumiem kā smēķēšana, ēšana vai dzeršana darba vietā. Kopumā šis ieklūšanas ceļš organismā darba higiēnā nav nozīmīgs, bet noteiktos gadījumos tas ir jāņem vērā. Piemēram – ja indivīda un vielas kontakts ir ilgstošs un viela atrodas pulvera stāvoklī. Organisma absorbētā piesārnotāja deva šādās situācijās var paaugstināties sakarā ar to, ka toksiskā viela tiek ieņemta digestīvā ceļā.

Vielu absorbciiju kuņģa zarnu traktā ietekmē gremošanas sistēmas vide (kuņģa sula un enzimi). Pēc absorbētās kīmiskās vielas no kuņģa zarnu trakta nonāk aknās, kur tās tiek aizturētas, daļēji izvadītas ar žulti, daļēji neitrailizētas.

Personīgās higiēnas ievērošana, tāpat kā smēķēšanas, ēšanas un dzeršanas aizliegums darba vietās samazina piesārnotāja ieklūšanu organismā šādā ceļā.

Parengētālais ceļš

Sis ieklūšanas ceļš ir jāņem vērā, ja ievainota āda, vai gadījumos, ja iespējama tieša toksiskās vielas ieklūšana organismā caur brūci.

Pārsvarā piesārņotāji organismā šādi ieklūst negadījuma veidā. Tam ir jāpievērš uzmanība, ja darbā regulāri tiek manipulēti asi objekti (adatas sanitārajos centros un laboratorijās).

Ņemot vērā to, ka šim piesārņotāja ieklūšanas veidam ir negadījuma vai nejaušības raksturs, ekspozīcijas novērtēšana vidējā vai ilgākā laika periodā zaudē savu nozīmi.

Iepriekšminētajām situācijām ir jāpievērš sevišķa uzmanība, jo ir iespējama toksiskās vielas ieklūšana asinsritē tiesā ceļā bez jebkādām barjerām, kas to aizkavētu.

SEKU VEIDS		PIESĀRŅOTĀJS
PNEIMOKONIOZES		Silīcija dioksīds. Azbests. Kokvilnas putekļi.
KAIRINOŠAS VIELAS	Augšējie elpceli	Sērskābe. Slāpeķskābe. Sālskābe. Nātrijs hidroksīds. Formaldehīds.
	Augšējie elpceli un plaušu audi	Ozons. Hlors. Slāpeķla dioksīds. Etilēnsulfīds. Fosgēns.
SMACĒJOŠAS VIELAS	Gāzes	Oglekļa dioksīds. Butāns. Slāpeklis.
	Kīmiski reaģējošas	Oglekļa monoksīds. Sērūdeņradis. Ciānūdeņražskābe.
ANESTĒZIJAS LĪDZEKLĪ UN NARKOTIKAS		Toluols. Ksiloli. Acetols. Etanols. Propāns. Izobutanols. Etilēteris. Trihloretilēns.
SENSIBILIZATORI/ ALERGĒNI		Izocianāti. Augu šķiedras. Formaldehīds. Koksnes putekļi. Aromātiskie amīni.
KANCEROGĒNI		Benzols. Vinilhlorīds. Azbests. Benzidīns un tā produkti. Kadmijs un tā savienojumi. Berīlijs.
SISTĒMISKĀS TOKSISKĀS VIELAS	Centrālā nervu sistēma	Metilspirts. Džīvsudrabs. Magnēzijs. Sērogleklis.
	Nieres	Kadmijs un tā savienojumi. Mangāns un tā savienojumi. Svīns un savienojumi.
	Aknas	Hloroforms. Nitrozamīni.
KODĪGAS VIELAS		Skābes Sārmi

PIESĀRNOTĀJU IZRAISITĀS SEKAS

Kīmisko vielu izraisītais kaitīgais iespaids uz veselību var izpausties ļoti dažādos veidos. Toksiskās vielas ir iespējams klasificēt vadoties pēc to iedarbības, kā tas tiek norādīts sekojošajā tabulā.

Šī klasifikācija norāda uz būtiskākajām kīmisko vielu izraisītajām sekām organismā, un uz kīmiskām vielām, kas tās spēj izraisīt. Ir jāņem vērā daudzu savienojumu spēja iedarboties uz organismu vairākos veidos.

Turpinājumā sniegsim nelielu paskaidrojumu par galvenajiem seku veidiem.

Kairinčas vielas ir produkti, kas spēj izraisīt iekaisumu audos, uz kuriem tie iedarbojas. Lai gan pastāv arī dermatīlie kairinātāji, šeit mēs pārsvarā runājam par tiem kairinātājiem, kas ieelpojot izraisa elpošanas ceļu iekaisumus.

Savienojumi, kas viegli šķist ūdenī, nodara kaitējumu augšējo elpošanas ceļu iekšējiem audiem (sālskābe), bet savienojumi, kas ir maz vai ļoti maz šķistoši, papildus šai iedar-

bībai var sabojāt plaušu audus (slāpeķla okšidi).

Smacējošas vielas ir tās, kas spēj pārtraukt vai apgrūtināt skābekļa piegādi šūnām.

Smacējošas vielas savukārt iedalās **vienkāršās smacējošās gāzēs** un **kīmiski reaģējošās smacējošās vielās**. Pirma iedarbība notiek šīm vielām ar savu klātbūtni izspiežot

PIESĀRNOTĀJU IZRAISITĀS SEKAS



SENSIBILIZATORI



NARKOTIKAS

skābekli. Otrās veido kīmiskas reakcijas, izmainot to molekulu sastāvu, kas ar asiņu palīdzību novada skābekli līdz šūnām.

Oglekļa dioksīds ir vienkārša smacējoša viela, kas neiedarbojas uz organismu kīmiski, bet pie augstas koncentrācijas izspiež dzīvībai nepieciešamo skābekli. Oglekļa monoksīds pārveido hemoglobīnu (molekula, kas transportē skābekli asiņis) karboksilhemoglobīnā, papildus izraisot skābekļa deficitu šūnās.

Anestēzijas līdzekļi vai **narkotikas** ir savienojumi, kas iedarbojas uz centrālo nervu sistēmu, ierobežojot smadzeņu aktivitāti. Pārsvarā tās ir taukos šķistošas vielas, un to iedarbību atvieglo apstāklis, ka daļu no smadzenēm veido taukaudi. Vispazīstamākās šī veida vielas ir šķidinātāji, kas tiek plaši izmantoti rūpniecībā. Pakļautība šiem piesārņotājiem izrādās sevišķi smaga gadījumos, kad tā tiek papildināta ar tādiem individuāliem ieradumiem, kā alkohola lietošana, jo šis faktors var aktivizēt piesārņotāja iedarbību (darbā izmantotā produkta iedarbība summējas ar noteiktu dzērienu sastāvā esošā spirta iedarbību). **Sensibilizatori** (alergēni) atsevišķiem individuāliem, kas atrodas to pakļautībā, izraisa alergiskas reakcijas, kas var izpausties kā ādas (dermāli) bojājumi vai elpošanas traucējumi. Šo personu organismi (imūnsistēma) iedarbina aizsardzības sistēmas, kas cīnās pret šim vielām, kurām var būt kaitīga sekundārā iedarbība. Šāda veida iedarbības piemērs ir ādas pūžnošana vai astmas lēkmes.

Visbīstamākie ir alergēni, kas izraisa elpošanas orgānu sensibilizāciju, piemēram izociānātu grupas savienojumi, ko izmanto porolona, putuplasta izolācijas materiālu, krāsu u.c. ražošanā.

Šo produktu iedarbības smagumu pastiprina apstāklis, ka praktiski nepastāv drošs koncentrācijas līmenis, pie kāda ar tiem varētu strādāt, jo atsevišķiem individuāliem šie produkti var nodarīt kaitējumu pie ļoti zemām koncentrācijām. Attiecībā uz jūtīgām personām vienīgais iespējamais preventīvais risinājums ir izvairīties no kontakta ar šiem

savienojumiem. Praksē tas bieži nozīmē darba vietas maiņu.

ARĪ ĽOTI ZEMAS SENSIBILIZATORU KONCENTRĀCIJAS VAR IZRAISĪT ALERĢISKAS REAKCIJAS

Kancerogēni ir vielas, kas var veicināt vēža veidošanos. Ar nosaukumu «vēzis» saprot plašu slimību grupu, kuru raksturīgā īpašība ir nekontrolēta audu augšana un izplatišanās. Mūsu organisma ikdienā veiktās darbības kontrolē šūnu nukleīnskābes (dezoksiribonukleīnskābe DNS). Ja šajā šūnas kodolā esošās skābes sastāvā rodas izmaiņas, organizmā var rasties traucējumi, kas izraisa vēzi. Līdzās daudziem citiem iemesliem, DNS sastāva izmaiņas var izraisīt kāda kīmiska savienojuma iedarbība.

Šobrīd ir zināmi gan tādi savienojumi, kas var izraisīt vēzi, gan citi, par kuriem pastāv pamatotas aizdomas par to varbūtējo kancerogēno raksturu.

Ja organizmā radītie traucējumi ir pārmanototi, tad šīs vielas sauc par **mutagēniem**, un iedzimtu patoloģiju gadījumā par **teratogeniem**.

Pneimokoniozi izraisošie savienojumi ir plaša putekļu aerosolu grupa, kas izraisa slimību putekļiem uzkrājoties plaušās un audiem reaģējot uz tiem.

Atkarībā no izraisītāja pastāv vairākas pneimokoniozes veida slimības, tādas kā **sideroze**, kuru izraisa dzelzs, vai **aluminoze**, kuru izraisa alumīnijš.

Visbīstamākā un izplatītākā ir **silikoze**, kuru izraisa brīvā kristālveida silicija dioksīda daļīnas, vai **azbestoze**, kuru izraisa azbesta šķiedras.

Ja organisma izvadišanas mehānismi darbojas nepietiekami, šo savienojumu uzkrāšanās plaušās izsauc elpošanas traucējumus, sakarā ar plaušu audu elastības mazināšanos.

Par **kodigām vielām** sauc savienojumus, kas saskaroties izraisa audu kīmisku bojā-

jumu. Vispazīstamākie šāda veida savienojumi ir skābes. Raugoties no preventīvā viedokļa, korozīvas iedarbības savienojumam nonākt kontaktā ar ādu parasti ir nejaušības raksturs, bet ieelpojot tie iedarbojas kā spēcīgi kairinātāji.

Industriālās higiēnas nozarē par **sistēmiskām toksiskām vielām** tiek dēvētas tās vielas, kas iedarbojas uz noteiktām organisma sistēmām vai orgāniem. Sistēmiskuma konцепcija pamatojas uz toksiskās vielas kaitīgo iedarbību neatkarīgi no šo vielu ieklūšanas ceļa organismā.

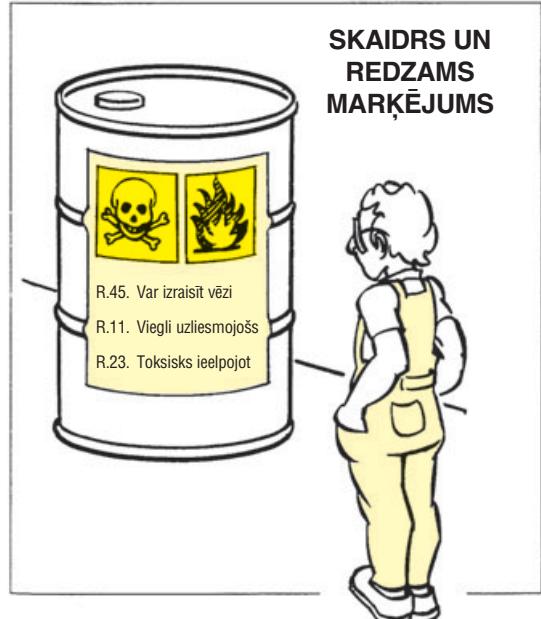
Piesārnotāju noteikšana

Darba vietas izpētes mērķis no higiēnas viedokļa ir noskaidrot iespējamo darba vides riska faktoru daudzumu un raksturu. Vispirms ir jānoskaidro, kāda viela (vai vielas) tiek lietotas tehnoloģiskos procesos vai veidojas darba procesa gaitā.

Pirmais solis ir noskaidrot izejmateriālu kīmiskos nosaukumus. Bieži ir zināms komerciālais nosaukums, bet tas mums neatklāj vielas raksturu. Attiecībā uz izejmateriāliem ir ārkārtīgi būtiski, lai eksistētu pareizs informatīvs markējums, kas atbilstu spēkā esošās likumdošanas prasībām par bīstamu vielu klasifikāciju, iepakojumu un markējumu. Šis markējums ir jānodrošina izejvielu piegādātājam. Tomēr, tās nav vienīgās vielas, kas var atrasties darba vidē, tāpēc mums ir jāiepazīst arī ar procesa gala produktiem un iespējamajiem starpproduktiem. Šajā nolūkā mums ir jāiepazīst tehnoloģiskais process un dažādās operācijas, no kurām tas sastāv, kā arī ar minētā procesa fizikāli kīmiskās išpāšības.

Pamatojoties uz teorētiskām zināšanām par procesu un uzmanīgiem tā vērojumiem, mēs varam noteikt piesārņojuma emisijas vietas, tas ir – tos punktus, caur kuriem piesārnotāji izplatās vidē, tādējādi radot iespēju nodinātājiem tos ieelpot.

Līdzīgi ir jānosaka indivīdu un vielu dermālā kontakta iespēja.



Nedrīkst atstāt bez ievērības faktu, ka bieži kāda atsevišķa riska faktora nozīmi vairāk kā izejmateriāli vai gala produkti nosaka tās vielas, kas rodas ar procesu saistītās vai nesaistītās kīmiskās reakcijās.

Iz zināms, ka paaugstinātā temperatūrā trihloretilēns sadalās pārveidodamies fosgēnā. Fosgēns ir augstas toksiskuma pakāpes kairinātājs. Ja attaukošanas šķiduma trauks, kas ir pildīts ar trihloretilēnu, atrodas tuvu vietai, kur tiek veikta metināšanas operācija, vai vienkārši tā tuvumā nonāk aizdegta cigarete, no trihloretilēna tvaikiem gaisā var veidoties fosgēns. Vēl viens piemērs tam, kā var veidoties nevēlams produkts, kas netiek klasificēts kā izejmateriāls vai gala produkts, ir ciānūdeņraža gāzes veidošanās elektrolītiskajos metālu apsudrabošanas procesos, ko izraisa oglekļa dioksīda klātbūtnē cianīdu saturošo skābo vannu procesu telpu gaisā.

Kad ir ievākti dati par vielām, ar kurām notiek darbības, vai tām vielām, kas noteiktā brīdī varētu veidoties, ir nepieciešams iegūt ziņas par šo vielu toksiskumu.

Vielas toksiskuma pakāpi ieelpojot pēc kvantitatīva principa nosaka **pieļaujamā koncentrācijas pakāpe** vai **aroda ekspozīcijas robežvērtība (AER)**. AER citās valstīs tiek dots apzīmējums **TLV** vai **MAC**. AER ir tāda ķīmiskās vielas koncentrācija darba vides gaisā, kura visā darba laikā, strādājot 8 stundas dienā (vai arī vielai iedarbojoties citādu laiku, bet ne vairāk par 40 stundām nedēļā), darbinieka organismā visā viņa dzīves laikā neizraisa saslimšanu un novirzes veselībā, kas konstatējamas ar mūsdienu izmeklēšanas metodēm (definīcija pēc Latvijas standarta LVS 89:1998). Atšķirība starp atgriezenisku un neatgriezenisku kaitējumu veselībai izpaužas tādējādi, ka pirmā radītais iespaids ar laiku izzūd, turpretī otrā – nē.

Diemžēl daudzām vielām nav piešķirta noteikta robežvērtība, jo sakarā ar grūtībām iegūt pietiekamus epidemioloģiskus vai laboratorijas pētījumus, pastāv neskaidrība par

šo vielu patieso toksisko potenciālu. Šajos gadījumos riska novērtēšana nenotiek pēc kvantitatīva principa, un ir jāatrod citas ziņas, kas mums dotu skaidrību vismaz par vielas toksicitātes kategoriju.

Ziņas par reāli pastāvošo iespēju darba vidē esošajām vielām absorbēties caur ādu vai gremošanas traktu, un kvalitatīva šī faktora ietekmes noteikšana kopējā ekspozīcijas procesā ir vēl viens būtisks riska novērtēšanas parametrs.

Lai noteiktu darba vides risku, ir būtiski zināt piesārņotāja koncentrāciju ieelpojamajā gaisā un ekspozīcijas ilgumu, jo kaitējums, kas var tikt nodarīts piesārņotāja iedarbībai pakļautam individam, ir proporcionāls abām minētām vērtībām.

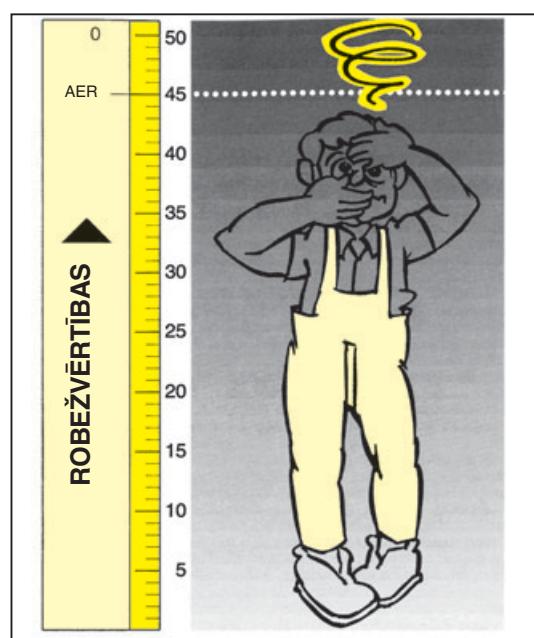
Koncentrācijas pakāpi var uzzināt veicot atbilstošus mēriņumus. Ekspozīcijas laiks ir nosakāms vadoties pēc tā, cik ilgu laiku indivīds pavada ekspozīcijas zonā.

EKSPOZĪCIJAS IEMESLI

Higiēniskajā anketā ir jānosaka tie **iemesli**, kuru dēļ piesārņotāji atrodas vai varētu atrasties darba vidē.

Piemēram, tērauda detaļa pati par sevi nerada darba vides risku, bet, ja šī detaļa ir jāsametina ar citu detaļu vai tā ir jāsagriež lie-tojot liesmu, augstās temperatūras rada dūmus, kas satur dzelzi un citus detaļas sastāvā ietilpst ošus metālus, kurus var ieelpot metinātājs. Tāpat procesā pielietotā energija, atkarībā no metināšanas vai griešanas veida, var radīt tādas gāzes kā slāpekļa oksīdi un ozons, kurām piemīt augsta toksiskuma pakāpe ieelpojot.

Uzklājot krāsu ar pulverizatoru, nepastāvot pietiekamai ventilācijai, veidojas ar šķidinātāja un krāsas tvaikiem bagāta atmosfēra, kas bieži satur augsta toksiskuma pakāpes pigmentu aerosolus. Šo piesārņotāju koncentrācijas pakāpi vidē iespāido **vides temperatūra**





un pulverizatora darbības intensitāte. Ja telpā atradīsies atvērti krāsas vai šķidinātāja trauki, arī tas veicinās toksisko izgarojumu koncentrācijas paaugstināšanos.

Metāla detaļas pulēšanas laikā var veidoties smalkas ieelpojamu putekļu daļīnas, kas satur minētās detaļas, pulēšanas pastas vai abrazīvā diska sastāvdalas.

Ziņas par piesārnojuma iemesliem ir būtiskas ne vien riska novērtēšanai, bet arī situācijas uzlabošanai.

RISKA NOVĒRTĒŠANA

Ja ķīmiskā piesārnotāja koncentrācijas līmenis vidē ir izmērāms, tad darba vides riska novērtēšana parasti tiek veikta izejot no **MAKSIMĀLI PIEŁAUJAMĀS EKSPZOZĪCIJAS (MPE)**, kas aritmētiski tiek izteikta sekojoši:

$$\% \text{ MPE} = C/AER \times L (\text{st./dienā}) / 8 (\text{st./dienā}) \times 100,$$

kur C ir vidējā piesārnotāja koncentrācija gaisā, mg/m^3 ; AER ir aroda ekspozīcijas robežvērtība 8 darba dienas stundām un L ir ekspozīcijas laiks.

Šādā veidā iegūtais skaitlis ir **maksimāli pieļaujamās ekspozīcijas procents**.

Runājot precīzāk, vērtības, kas ir augstākas par 100%, atbilst tādām situācijām, kad AER tiek pārsniegta, turpretī, ja tā ir zemāka par 100%, tad atkaribā no attiecīgas likuma normas vai no preventīvās politikas stingribas tiek uzlikts par pienākumu veikt noteiktas korektīvās darbības. Ir svarīgi zināt, ka MPE % ir tikai skaitlis, kas bieži var izrādīties klūdains pateicoties mērījumu nenoteiktībai, robežvērtību noteikšanai, u.c. faktoriem, un kas

labākajā gadījumā izsaka riska nopietnības pakāpi attiecībā uz ekspozīciju ieelpojot.

Papildus šim skaitlim ir jāņem vērā toksiskās vielas dermālās vai digestīvās absorbcijas iespējamība un dati par ekspozīcijai pakļauto nodarbināto individuālo jūtīgumu (iespējamās alerģijas, papildus ekspozīcija, slikts fiziskais stāvoklis, pārmērīga fiziskā slodze, u.c.).

Visu minēto iemeslu dēļ, preventīvās politikas ietvaros parasti tiek norādīts līmenis, sākot no kura ir ieteicams veikt riska kontroles pasākumus, un šim līmenim jābūt zem 100% vērtības.

Šī vērtība, kuru mēs varētu nosaukt par «darbības» procentu, visbiežāk atrodas aptuveni 50% robežās.

Bez tam, ja piesārnotāji uz veselību iedarbojas līdzīgā veidā (narkotikas, kairinātāji, u.c.), ir jāņem vērā, ka to atbilstošie MPL % var summēties.

Diagrammā ir norādīta ieteicamā darbības kārtība ķīmiskā piesārnojuma gadījumos un kontroles pasākumi, kas būtu jāveic vadoties no iegūtā MPL %.

DARBA METODIKA

VIELU IDENTIFIKĀCIJA



IEMESLU IZPĒTE

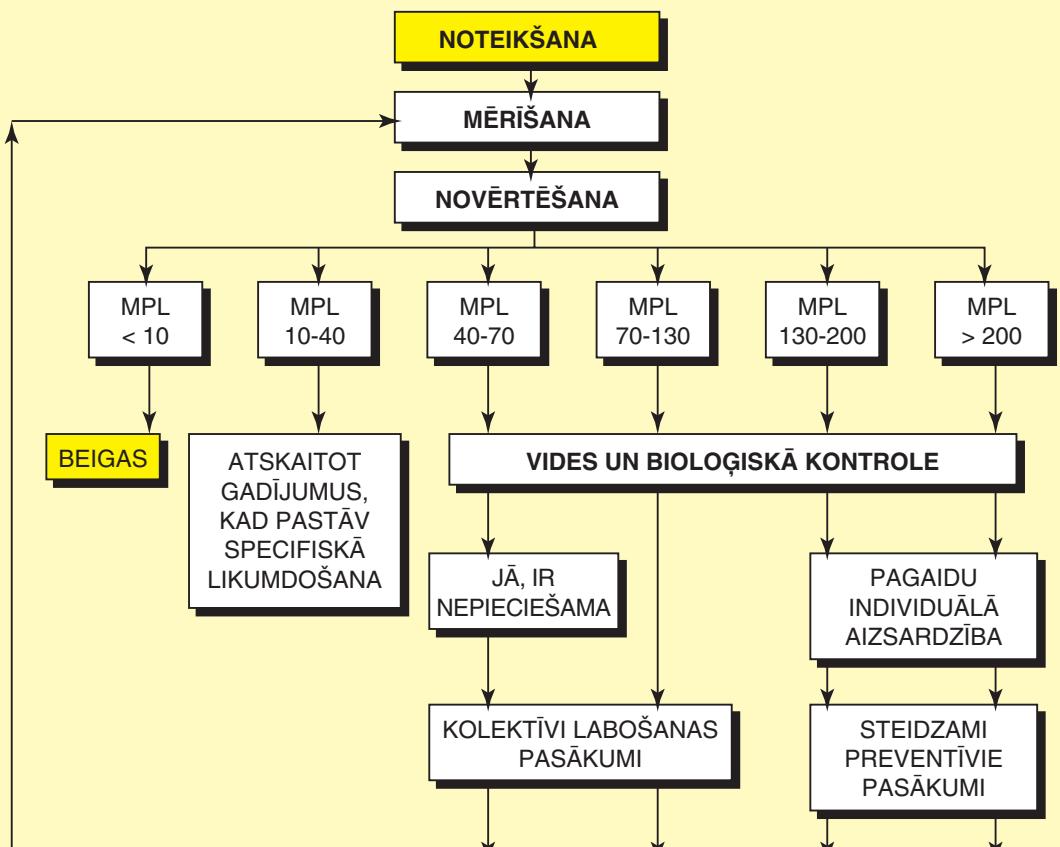


MĒRĪJUMI

SALĪDZINĀŠANA AR
ROBEŽVERTĪBĀM AER

LABOŠANA

RISKU NOVĒRTĒŠANA UN LĒMUMU PIENEMŠANA



Darba aizsardzības tiesību akti
<http://osha.lv>

ĶĪMISKIE PIESĀRŅOJUMI: EKSPozīcijas mērišana

3

EKSPOZīcijas mērišanas jēdziens

Darba vidē esošo ķīmisko piesārņojumu iedarbība kvantitatīvi tiek izteikta ar piesārņojuma vielu koncentrāciju vidē to iedarbības laikā. Tātad, ekspozīcijas mērišana ietver vidē esošo piesārņojuma vielu koncentrācijas noteikšanu.

Tā kā šī koncentrācija parasti laika gaitā mainās, izskaitlotie lielumi atbilst vidējām koncentrācijas vērtībām, saistītām ar aprēķinos izmantoto laika periodu.

Rezultātu izteikšana

Ekspozīcija tiek uzdota kā konkrētā piesārņojuma vielas vidējā koncentrācija, izteikta svara vienībās gaisa tilpumā vai piesārņojuma vielas daļas uz miljons daļām gaisa tilpuma, ja runa iet par gāzēm un tvaikiem, kura attiecīnāta uz noteiktu laika periodu minūtēs, stundās vai citās laika vienībās (piemēram, 140 mg/m^3 toluola 8 stundu laikā vai 75 ppm , t.i. 75 ml/m^3 metanola 17 minūšu laikā).

Apkārtējā vidē esošo piesārņojumu koncentrācijas mērišanas metodes

Apkārtējā darba vidē esošo piesārņojumu vielu koncentrācija var tikt mērīta dažādos veidos, ņemot vērā sekojošus aspektus:

- mēraprāta tips;
- mērišanas ilgums;

- mērijumu veikšanas vieta.

Lai izvēlētos piemērotāko mērišanas veidu, vispirms jānosaka ražošanas procesa veids, piesārņojuma vielu agregāstāvoklis, tā fizikāli ķīmiskās īpašības un analītiskā metode, kuru paredzēts izmantot.

Mērišanas iekārtu tips

Pastāv mērišanas iekārtas, kuras ļauj veikt dažu piesārņojuma vielu mērijumus tieši darba vietā, tās sauc par tieši nolasāmām ierīcēm vai aparātiem. Citos gadījumos ir nepieciešams paņemt gaisa paraugus un pēc tam veikt to speciālu laboratorisko analīzi.

Mērišanas ilgums

Mērišana var būt īslaicīga vai dot vidējās vērtības. īslaicīgas mērišanas pamatā ir koncentrācijas noteikšana ļoti īsā laika sprīdi. Tādā veidā iegūtās vērtības ir aptuveni vienādas ar momentānajām vērtībām mērišanas brīdī. Šādi mērijumi noderīgi gadījumos, kad nepieciešams novērtēt viena procesa vairākus posmus vai uzzināt iedarbības maksimumus noteiktu darba operāciju laikā.

Vidējo vērtību mērijumi aptver garākus laika periodus un ir izmantojami, nosakot iedarbības vidējās vērtības darba dienas laikā jeb tā saucamo vidējo maiņas koncentrāciju.

Mērījumu veikšanas vieta

Atkarībā no mērījumu veikšanas vietas, mērījumi var tikt attiecināti uz darba vidi vai cilvēku.

Mērījumi, kurus veic attiecībā pret vidi, ļauj noteikt piesārnojuma vielas koncentrāciju visā darba vidē. Turpretī, mērījumi, kuri tiek veikti attiecībā uz cilvēku, ļauj iegūt precīzāku

priekšstatu par piesārnojuma iedarbību uz darbinieku laikā, kad viņš izpilda darbības, kuras atbilst veicamā darba raksturam. Mērījumiem, kurus veic attiecībā pret cilvēku ir svarīgi iero-bežojumi, kas nosaka mērīšanas ierīču izmantošanu. Mēraparātiem jābūt izmēros nelieliem un jādarbojas autonomi, jo tiem darba veikšanas procesā jāatrodas cieši blakus cilvēkam (elpošanas zonā).

TIEŠĀS NOLASIŠANAS SISTĒMAS

Piesārnojuma vielas koncentrācijas darba vides gaisā tiešās nolasīšanas mēraparātiem, salīdzinot ar paraugu vākšanas un vēlākas laboratoriskās analīzes metodi, galvenokārt, ir sekojošas priekšrocības:

- mērīšanas ātrums;
- iespēja momentāni iegūt datus;
- mērīšanas ekonomiskums.

Tiešās nolasīšanas metodes precizitāte ir neliela, citu vielu klātbūtne atmosfērā bieži var ieteikt mērījumu, un mērīšanas gala rezultāts ir klūdains.

Pastāv ierīces gāzu un tvaiku analīzei, kā arī ierīces aerosolu mērīšanai.

Gāzu un tvaiku koncentrācijas mērīšana

Kolorimetriskās ierīces

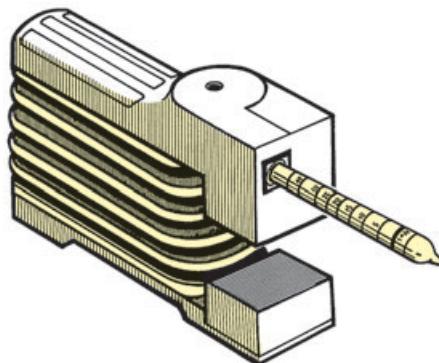
Dotais iekārtu tips tiek plaši izmantots, pateicoties tā vienkāršbai, ekspluatācijas vieglumam un plašajam mērāmo piesārnojumu vielu spektram. Šo iekārtu darbība pamatojas uz konkrēta reaktīva krāsas izmaiņām, tam savstarpēji iedarbojoties ar noteikto vielu. Pastāv četri tiešās nolasīšanas kolorimetisko ierīču pamattipi:

- reaktīvais papīrs;
- reaktīvie šķidrumi;
- indikatoru caurulītes ar cietu reaktīvu;
- iepriekšējo tipu kombinācija.

Visbiežāk tiek izmantotas indikatoru caurulītes ar cietvielas reaktīvu (kolorimetriskās

caurulītes), komplektā ar rokas sūkniem. Šīs ierīces izveidotas kā stikla caurulītes, kuras piepildītas ar inertu granulētu pildvielu, pie-sūcīnātu ar kīmisko reaktīvu, kas spējīgs reaģēt uz noteiktu gāzveida agregātstāvoklī esošu vielu ar krāsas maiņu. Piesārņotais gaiss tiek iesūknēts caurulītē, seko pildvielas krāsas izmaiņa, kura sākas no caurulītes pamata un izplatās pa to tālāk atkarībā no piesārnojuma koncentrācijas. Uz caurulītes ir atzīmēta mērskala, punkts uz šīs skalas, kuru sasniedz krāsas izmaiņa, norāda uz piesārnojuma vielas koncentrāciju. Tādas caurulītes pārsvārā tiek izmantotas, lai noteiktu vielas īslaicīgo koncentrāciju nelielos laika

KOLORIMETRISKĀ CAURULĪTE AR ROKAS SŪKNI



sprīžos. Tomēr pašreiz tiek ražotas līdzīgas caurulītes apvienojumā ar automātisku sūknī, kuras paredzētas ilgam mērīšanas laikam (individuālā paraugu ņemšanas ierīce), un ļauj noteikt vidējo koncentrāciju darba dienas vai ražošanas cikla laikā.

Pašreiz ir pieejamas kolorimetriskās caurulītes, ar kuru palīdzību var noteikt vairāk nekā simts dažādu piesārņojuma vielu.

To praktiskais pielietojums darba higiēnā un darbinieku veselības aizsardzībā īsumā ir sekojošs:

- vielu klātbūtnes konstatēšana slēgtās vai bīstamās telpās pirms ieklūšanas tajās;
- ātra piesārņojuma avota lokalizācija;
- iepriekšējo analīžu izmantošana, lai iegūtu orientējošu informāciju par piesārņojuma vielas iedarbības līmeni;
- iespējamo piesārņojuma avotu noteikšana;
- periodisko izmešu koncentrācijas noteikšana, kas raksturīga ļoti īslaicīgām operācijām;
- īslaicīgie mērījumi, kuri notiek paralēli ar paraugu ņemšanu ilgākā laika periodā, lai kvantitatīvi izmērītu iespējamās maksimālās koncentrācijas.

Tomēr, kolorimetriskajām caurulītēm piemīt arī nopietni trūkumi, kuri jāņem vērā, tās izmantojot darba vides ķīmiskā riska novērtēšanā.

Galvenie trūkumi ir sekojoši:

- caurulīšu precīzitāte ļoti lielā mērā ir atkarīga no to izgatavošanas tehnoloģijas

(kolorimetriskām caurulītēm mērījumu variācijas koeficients ir no 5% līdz 40%);

- bieži tās nav selektīvas un citu piesārņojumu klātbūtnē var būtiski ietekmēt iekrāsoto vielas stabīja krāsu un augstumu;
- zemas temperatūras izmaiņa reakcijas krāsu, bet augstas temperatūras izkroplo kvantitatīvo rādījumu, rezultātā iegūst kļūdainus rezultātus.

PIESĀRNOJUMA MĒRĪŠANA, IZMANTOJOT KOLORIMETRISKĀS CAURULĪTES AR ROKAS SŪKNI



GALVENIE PIESĀRNOJUMI, KURU NOTEIKŠANAI PAREDZĒTA TIEŠĀS MĒRĪŠANAS APARATŪRA

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • METĀNS • ARSĒNAMĪNS • HLORS • DZĪVSUDRABS • HIDRAZĪNS • CIĀNUDENRAŽSKĀBE • SĒRŪDENRADIS | <ul style="list-style-type: none"> • SLĀPEKĻA OKSĪDI • OZONS • FOSGĒNS • SĒRA DIOKSĪDS • DIIZOCIONĀTI • OGLEKĻA MONOKSĪDS • OGĻŪDENRAŽI |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Analizatori

Bez kolorimetriskajām caurulītēm ir daudzi citi tiešās nolasīšanas aparāti, kurus sauc par analizatoriem.

Analizatoru mērījumi pamatojas uz šādiem kvantitatīvās analizes fizikāliem principiem:

- elektrokīmiskais;
- siltuma;
- elektromagnētiskais.

Šādu aparātu precizitāti garantē to izgatavotājs, savukārt, to izmantošana prasa periodisku kalibrēšanu, šim nolūkam izmantojot zināma sastāva gāzu maisijumus.

Pašreiz ir pieejami ļoti dažādi šāda tipa aparāti, kurus izmanto piesārņojuma novērtēšanai, apvienojot koncentrācijas mērījumus ar optiskiem un akustiskiem signāliem, reģistrējošām ierīcēm utt. Daži aparāti nodrošina nosūces ventilatoru ieslēgšanos, sasniedzot noteiktu vielas koncentrāciju darba vides gaisā. Daži portatīvie analizatori ļauj noteikt koncentrāciju darba dienas beigās un reģistrēt laika periodu, kurā tika pārsniegta noteikta līmenīa koncentrācija vai citi analogiski lielumi.

Aerosolu mērījumi

Aerosolu tiešajiem mērījumiem lieto divu

grupu mēraparātus:

Optiskie mēraparāti

Optiskā tipa putekļu aerosolu mēraparātos mērījumi balstās uz vienas vai vairāku piesārņojuma vielu daļiju optiskās iedarbības principu. Vienkāršākie no tiem mēra gaismas izplatišanos aerosolā. Šos aparātus izmanto, ja vielas koncentrācija vidē ir augsta. Ja koncentrācija nav pietiekoši liela, izmanto gaismas dispersijas metodi.

Izšķir sekojošus šī tipa mēraparātus:

- daļiju iedarbības mērišanai izmanto redzamās gaismas avotu;
- fotometri, kuros izmanto lāzera gaismas avotu;
- reflektometri;
- spektrālās emisijas aparāti.

Elektriskie mēraparāti

Izmanto sakarību «daļīņa – elektriskais lādiņš». Pastāv divi mēraparātu tipi. Pirmajā no tiem daļīnas, ejot cauri jonu mākonim, iegūst elektrisko lādiņu, kas proporcionāls daļīnu lielumam, šis lādiņš tiek vēlāk mērīts. Otrajā tiek mērīts pārvertais jonus kūlītis, kas atkarīgs no aerosola klātbūtnes.

AKTĪVĀS UN PASĪVĀS PARAUGU NEMŠANAS METODES

Ja kīmiskās vielas koncentrācijas noteikšanai neizmanto tiešās nolasīšanas mēraparātus, gaisa paraugu nemšanai seko piesārņojuma vielu analītiska noteikšana laboratorijā, izmantojot jebkuru analītisko metodi. Gaisa paraugu nemšana ir viens no galvenajiem posmiem piesārņojuma ekspozīcijas novērtēšanā, tas atšķiras no analītiskās noteikšanas gan ar savu specifisko uzdevumu, gan ar izpildīšanas laiku. Tomēr abi šie posmi ir cieši saistīti un atkarīgi viens no otra.

Arī paraugu noņemšanas metodes var būt divas: aktīvās un pasīvās.

NEMOT PARAUGUS,
JĀBŪT KONKRĒTI NOTEIKTAI:
UZTVĒRĒJA SISTĒMAI,
PARAUGA VEIDAM,
PARAUGA APJOMAM

(VAI PARAUGA NEMŠANAS LAIKAM) UN
GAISA PARAUGA NEMŠANAS ĀTRUMAM

Aktīvajās metodēs, kas pazīstamas arī kā dinamiskās metodes, gaiss tiek padots uztvērējā vai paraugu savācējā ar sūkņa pālidzību. Pasīvajās metodēs pati piesārņojuma

viela pateicoties difūzijai sasniedz parauga savācēju un vienmērīgi uzkrājas tajā.

Aktīvās metodes

Aktīvajās jeb dinamiskajās paraugu ņemšanas metodēs, piesārņojums tiek uztverts fiksējoties/absorbējoties vai koncentrējoties parauga uztvērējā.

Par galvenajiem parauga uztvērējiem tiek izmantoti filtri (filtru turētājos vai kasetēs), absorbētu ūķidumi (uztvērējierīces vai «impindžeros») un cietie adsorbenti (stikla caurulītēs).

Bez šīm aktīvajām paraugu atlases metodēm ar vielu uztveršanu un koncentrēšanu speciālos uztvērējos, pastāv arī citas, kuru darbības princips balstās uz tiešu gaisa paraugu atlasi un tālāku to nogādāšanu laboratorijā, bez jebkādas iepriekšējas sagatavošanas. Šādai tiešai gaisa paraugu atlasei var tikt izmantoti: gumijas baloni, ūlceres, paraugu caurulītes, teflona maisi u.tml. Pašreiz visizplatītākā metode ir piesārņotā gaisa paraugu ņemšana inertos teflona gāzes mai-
sos, pārējās tiek izmantotas kā alternatīvās metodes.

Noteikta piesārņojuma vielas gaisa parauga ņemšanas veidu un metodi izvēlās atkarībā no: piesārņojuma vielas agregātstāvokļa (aerosols, tvaiks, gāze, utt.) un pielietojamās analīzes metodikas.

Paraugu ņemšana ar filtru palīdzību

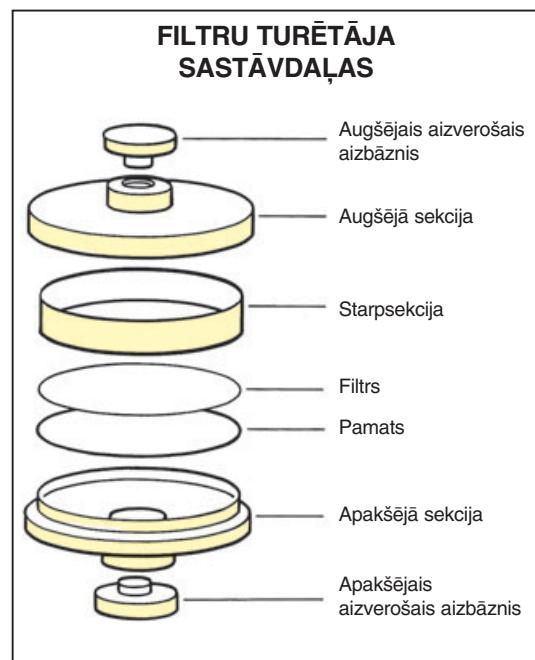
Gaisā esošo putekļu daļinas un ūķidruma aerosolus parasti savāc uz filtriem. Vācot piesārņojuma vielas paraugus ar filtru palīdzību, noteikts piesārņotā gaisa apjoms iziet cauri filtram, kurš ievietots filtra turētājā vai kasetē. Galvenais aerosola uztverošais elements ir filters, kurš novietots uz pamata filtra turētājā vai kasetē.

Visbiežāk sastopamais filters, ko izmanto paraugu uztveršanai ir ar diametru 37 mm vai 25 mm. Tā materiāls var būt visdažādākais, piemēram: celulozes esteri, polivinilchlorīds (PVC), poliviniledena difluorīds (PVDF), etilēna politetrafluorīds (PTFE), stikla ūķiedra,

polikarbonāts utt., bet filtra poru izmērs parasti ir robežās no 0,45 līdz 5 mikroniem. Šie trīs parametri: izmērs, materiāls un porainība, pilnīgi raksturo filtro un tiem jābūt norādītiem pie- sārņojuma analīzes metodē.

Filtra pamats, kurš parasti tiek izgatavots no celulozes materiāla, nav domāts uztveršanai. Tas tiek izmantots, lai noturētu un labāk izvietotu filtro kasetē.

Filtru turētājs vai kasete parasti izgatavots no polistirola un sastāv no 2 vai 3 sekcijām. Vairumam piesārņojumu var izvēlēties vienu vai otru kasetes veidu. Tomēr, izmantojot kaseti ar trīs sekcijām, var panākt labāku daļiju izvietojumu uz filtra virsmas un izvairīties no to uzkrāšanās centrālajā daļā. Triju sekciju kasetes izmantošana ir obligāta tajos gadījumos, kad ņemot piesārņojuma paraugus, augšējo sekciju ir jānoņem (kasetei jābūt atvērtai). Piemēram, kad tiek ņemti paraugi azbesta ūķiedrām, skābju un sārmu aerosoliem, utt. Pneimokoniožu izraisītājputekļu gadījumā (brīvais silicija dioksīds) izmanto divu sekciju kaseti, kas savienota ar speciālu desmit milimetrus garu neilona ciklonu, lai



atdalītu un uztvertu ieelpojamo un neieelpojamo putekļu frakcijas.

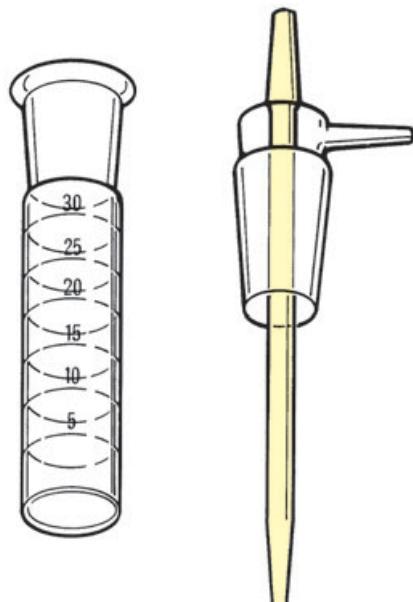
Gaisa paraugu ķemšanas metodi ar filtru palīdzību lieto ļoti daudziem piesārņojumiem. Ar šo metodi uz filtra savāc piesārņojošās vielas, kuras parādās atmosfērā daļīnu veidā (putekļi, tvaiks, dūmi, utt.), var izmantot arī filtrus, kuri piesātināti ar speciāliem reaktīviem konkrētu vielu uztveršanai. Paraugu ķemšana uz filtriem ir vienkārša, praktiska un ērta metode gan pašā ķemšanas procesā, gan sekojošajos paraugu transportēšanas un uzglabāšanas procesos.

Paraugu ķemšana absorbējošos šķidumos

Uztveršana, izmantojot šķidrumus, balstās uz noteikta gaisa tilpuma izsūkšanu cauri atbilstošam absorbējošam šķidrumam, kurš atrodas uztvērējā vai «impindžerā».

Galvenā uztveršanas iekārta sastāv no uztvērēja, absorbējošā šķidruma un aizsarg-uztvērēja (parasti izmanto, lai aizsargātu paraugu ķemšanas iekārtu no iespējamās absorbējošā šķidruma kondensācijas).

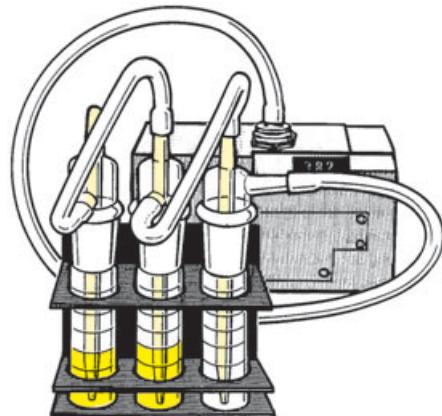
UZTVĒRĒJA DAĻAS



Parasti lieto stikla uztvērēju, kas sastāv no diviem pamatelementiem: korpusa jeb cilindra, kura tilpums ir 30 ml, un noslēdzosās galviņas (cilindra izmēram atbilstošs uzgalis ar iekausētu lejas galā sašaurinātu stikla caurulīti gaisa ieplūdei un otru atveri pieslēgšanai gaisa sūknim).

Noteikta piesārņojuma veida paraugu ķemšanai paredzētā uztvērēja tipa izvēle, galvenokārt, ir atkarīga no uztveramo vielu spējas absorbēties uztverošajā šķidumā. Vispārīgs nosacījums ir tāds, ka šķidriem aerosoliem, kuru absorbcija parasti notiek atšķaidīšanas un neutralizācijas ceļā, parasti tiek izmantots vienkāršais uztvērējs. Gāzu un tvaiku uztveršanai, kuru absorbcija parasti notiek reakcijas veidā, tiek ieteikts izmantot uztvērēju, kura iekšējā caurulīte noslēdzas ar porainu stikla uzgali, tādējādi nodrošinot sīkāku gaisa burbulišu klātbūtni. Tas palielinā kontakta virsmu, paaugstina piesārņojuma vielas šķišanas ātrumu un rezultātā paaugstina uztveršanas efektivitāti. Plāksnes porainība nosaka iekārtas efektivitāti: jo mazāks poru izmērs, jo augstāka ir iekārtas efektivitāte, bet vienlaicīgi pazeminās sūkņa ražība.

NO UZTVĒRĒJIEM UN SŪKNA SASTĀVOŠS KOMPLEKTS PARAUGU VĀKŠANAI



Praksē parasti izmanto komplektu no diviem paralēli savienotiem uztvērējiem. Tas paaugstina aizturēšanas efektivitāti, otrs uztvērējs nodrošina arī uztveršanas procesa kontroli. Aizturēšanas efektivitāti var uzskatīt par apmierinošu, ja pirmā uztvērēja uztvertā viela sasniedz 90–95% līmeni no kopējā uztvertā daudzuma.

Kad ir jāizvairās no daļiņu klātbūtnes paraugā vai paraugs jāattīra, pirms uztvērēja tiek uzstādīta filtra kase ar filtru, kuram cauri iziet gaiss pirms tas nonāk uztvērējā.

Šāda piesārņotājielu uztveršanas metode, izmantojot uztvērejus ar adsorbējošiem šķidru-

miem, tiek lietota arvien retāk, jo tā ir diezgan neērta lietošanā (saskalošana paraugu ķemšanas procesā, transportēšanas grūtības, piesārņojums, vispārēja paraugu nestabilitāte, utt.), pastāvīgi pieaug arī iespējas atrast citas uztveršanas metodes, īpaši izmantojot cietos adsorbentus. Pašreiz šī metode tiek izmantota tikai, nemot dažu gāzu, tvaiku un šķidro aerosolu paraugus, kuru ķemšanai pagaidām vēl nav pienācīgas analītiskas alternatīvas.

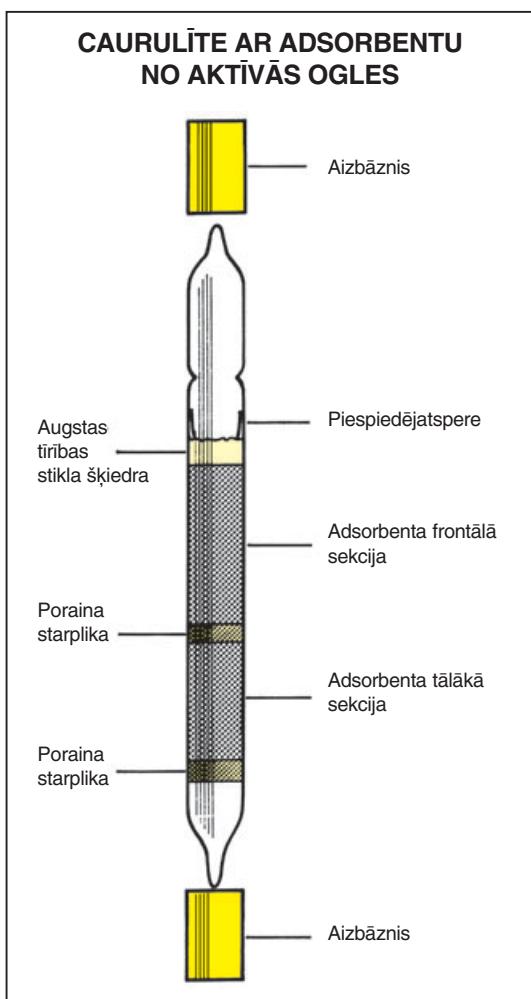
Paraugu ķemšana, izmantojot caurulites ar adsorbentiem

Paraugu ķemšana cieto adsorbentu caurulītēs balstās uz noteikta gaisa tilpuma iziešanu cauri stikla caurulitei, kura piepildīta ar cietu materiālu (dažreiz piesūcinātu ar kādu reaktīvu vai šķidumu), un gaisā esošās gāzes vai tvaika adsorbcijas uz cietā materiāla virsmas.

Visbiežāk pielietojamās adsorbējošās vielas ir: aktīvā ogle, silicija dioksīda gēls, mālzeme, poraini polimēri, molekulārie sieti, jonu apmaiņas sveki, utt. Sevišķi jāatzīmē aktīvā ogle, jo to var izmantot visdažādāko organisko savienojumu (piemēram, alifātisko oglūdeņražu, halogēnoglūdeņražu, aromātisko savienojumu, ketonu, spiritu, ēteru, utt.) uztveršanai.

Adsorbējošās vielas granulas tiek ievietotas stikla caurulītes iekšpusē un ar atbilstošu starpliku palīdzību sadalītas vienā, divās vai trijās dažāda svara daļās. Visizplatītākais modelis ir caurulīte ar divām adsorbenta sekcijām. Pirmā sekcija tiek saukta par frontālo un parasti ir divreiz lielāka tilpuma nekā otrā sekcija, ko sauc par tālāko. Frontālā daļa darbojas kā parauga nesējs, bet otrā daļa izpilda kontroles funkciju, apstiprinot to, ka pirmā daļa uztvērusi visu piesārņojumu un nav notikusi piesātināšanās un migrācija.

Katram caurulītes tipam eksperimentālā ceļā ir jānosaka dažādu piesārņojumu noturēšanas spēja. Šo spēju nosaka kā tilpuma robežvērtību, kuras sasniegšana nozīmē piesārņojuma vielas pāriestu no frontālās sekcijas uz tālāko. Šī vērtība atbilst momentam, kad piesārņojuma koncentrācija gaisā, kurš iziet



ADSORBENTU SATUROŠO CAURULIŠU AIZTURĒŠANAS SPĒJA IR IEROBEŽOTA

cauri frontālajai sekcijai, sasniedz 1% (dažos izdevumos kā pieņemami tiek norādīti 5 – 10%) no koncentrācijas ieejā. Gaisa apjomu vielas pārejas punkta sasniegšanai jāpārbauda situācijā, kad piesārņojuma koncentrācija apkārtējā vidē ir AER koncentrācijas līmeni. Piesārņojuma vielas daudzums, kuru aiztur frontālā sekcija, sasniedzot pārejas tilpumu, ir raksturojošs lielums, kuru nepieciešams zināt un kurš tiek uzskatīts par caurulītes ražības robežu.

Uztveršanas noteikumi, izmantojot caurulītes ar adsorbantu, ir atkarīgi no konkrētā pētīmā piesārņojuma vielas un ir ieteicams šos apstākļus izskatīt katrā konkrētā gadījumā atsevišķi. Praksē dažreiz mēdz būt lietderīgi izmainīt rekomendēto parauga tilpumu atkaribā no paredzamās koncentrācijas, vienlaicīgas citu piesārņojumu klātbūtnes, paaugstināta gaisa mitruma vai citiem vides apstākļiem.

Pašreiz pieejamo adsorbcijas caurulišu klāsts kļūst lielāks ar katru dienu, un tas ļauj palielināt šīs metodes iespējas un paplašināt tās pielietošanas sfēru attiecībā uz daudzveidīgiem organiskiem tvaikiem un citiem piesārņojumu tipiem, piemēram, neorganiskām gāzēm un šķidriem aerosoliem.

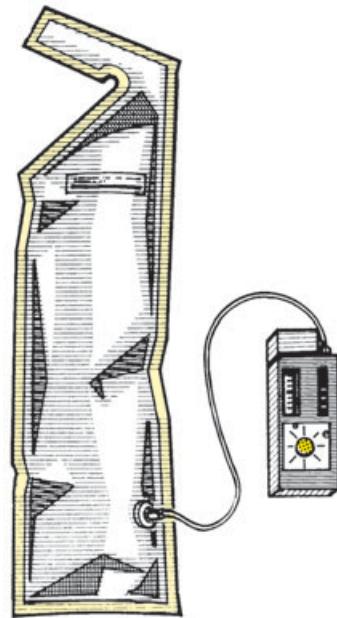
Paraugu ņemšana ar inerto maisu palīdzību

Izmantojot šo metodi piesārņotā gaisa tilpums tiek ņemts tieši ar inerta maisa palīdzību.

Šī metode ir ārkārtīgi vērtīga gāzu paraugu ņemšanas gadījumos (piemēram, CO, N₂O, H₂S, freoni, vieglie oglūdeņraži, utt.), jo ļauj izvairīties no veselas pietiekamā pakāpē nekontrolējamu manipulāciju virknes, ko veic ar piesārņojumiem (piemēram, adsorbcijas, desorbcijas, kīmiskajām reakcijām, utt.). Šo metodi sevišķi ieteicams lietot, ja nav zināms to gāzu sastāvs, kuras var atrasties piesārņotajā vidē.

Maisi galvenokārt tiek izgatavoti no plastikāta. Tie ir lokani, bet ne elastīgi, dažreiz ar alumīnija aizsargpārkājumu un paredzēti dažādiem tilpumiem (parasti no 1 līdz 5 litriem). Tie ir apgādāti ar ventili, kurš nodrošina to piepildīšanu un vēlāku iztukšošanu. Piepildīšanu var veikt ar rokām vai ar sūkņa palīdzību, kurš ļauj regulēt piepildīšanu un šī procesa laikā kontrolēt paņemtā parauga tilpumu. Parauga ņemšanu var veikt pat viens cilvēks, kaut arī tas ir diezgan sarežģīti lielā darba apjoma dēļ.

GAISA PARAUGU ņEMŠANAS MAISS



Metodes galvenie trūkumi ir nepietiekama analitiska jutība attiecībā uz dažiem piesārņojumiem (piesārņojums netiek koncentrēts paraugā, kā citās iepriekš aprakstītajās metodēs), pastāv arī varbūtība, ka parauga komponentes izmainās un savstarpēji reaģē transportēšanas vai uzglabāšanas procesa laikā, sevišķi, ja paraugā atrodas augsti aktīvas neorganiskas gāzes (piemēram, NO₂, Cl₂, SO₂ utt.). Tādos gadījumos šīs metodes pielietošana nav ieteicama.

Pasīvās metodes

Izmantojot pasīvās paraugu atlases metodes piesārņojuma uztveršana tāpat notiek to fiksējot vai koncentrējot uztverošajā pamatmateriālā.

Pamatmateriāli, kurus izmanto šajās metodēs, ir cietie adsorbenti vai cetas vielas, piesūcinātas ar speciālu reaktīvu.

Pamatojums

Pasīvajām paraugu ņemšanas metodēm ir sava teorētiskais pamatojums, kas balstās uz difūzijas un pārneses parādībām. Gāzes molekulās, kuras atrodas pastāvīgā kustībā, spēj difundēt un iekļūt citas gāzes masā, līdz pat vienmērigai izkliedei visā gāzes tilpumā, un izkļūt cauri cietai membrānai, kurai piemīt noteikta caurlaidība. Abas šīs parādības fizikā ir labi pazīstamas. Tāpat ir precīzi formulētas likumsakarības, kas šos procesus pārvalda.

Pasīvā uztvērējekārtā sastāv no cilindra ar vienu atvērtu un vienu aizvērtu galu, caurlaidīgas membrānas, kura novietota cilindra atvērtajā galā, lai izslēgtu gaisa kustību cauri cilindram, un atbilstoša daudzuma caurulītes dibenā novietotas piesārņojumu uztvert spējīgas vielas. Pateicoties gāzes molekulu īpašībām piesārņojums iziet cauri caurlaidīgajai membrānai, izplatās caurulītes iekšpusē un tiek aizturēts caurules dibenā novietotajā vielā līdz tam laikam, kamēr process beidzas.

Ir pierādīts, ka līdz piesātinājuma sasniegšanai process pakļaujas sekojošai formulai:

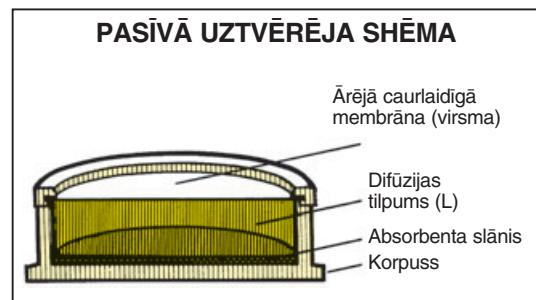
$$C_e = \frac{M \cdot L}{D \cdot A \cdot t}$$

kur:

L – difūzijas ceļa garums cilindrā (cm)

M – uztvertā piesārņojuma vielas pilnā masa (mmol), kuru nosaka analitiskā ceļā

D – piesārņojuma vielas difundēšanas koeficients (cm^2/s)



A – cilindra frontālās sekcijas laukums (cm^2)

t – laika periods, kurā notiek parauga ņemšana (s)

C_e – piesārņojuma koncentrācija (koncentrācija ārējā vidē) (mmol/cm^3)

Šī izteiksme ļauj ārējo koncentrāciju jeb piesārņojuma vielas koncentrāciju ārējā vidē noteikt atkarībā no eksperimenta parametriem un izmantot šādu iekārtu paraugu ņemšanai.

Paraugu uztvērēja fiziskās konstrukcijas parametri A un L un piesārņojuma vielas difūzijas spējas koeficients D var tikt transformēti par konstanti Q sekojošā veidā:

$$Q = D \cdot A \cdot L$$

Q ir ekvivalentā ražība (tilpums/laiks) un tāpēc tiek sauktā par ekvivalento paraugu ņemšanas ražību. No augšminētā mēs varam iegūt vienkāršāku formulu piesārņojuma vielas koncentrācijas noteikšanai vidē:

$$C_e = \frac{M}{Q \cdot t}$$

Lieluma Q vērtībām jābūt individuālām katrai piesārņojuma vielai un katram uztvērēja modelim, tās jādod paraugu ņemšanas iekārtas ražotājam.

Gluži tāpat parametrus A un L var integrēt konstantē K , tas ir, $K = L/A$, kura būs atšķirīgs un raksturojošs lielums katram uztvērēja modelim. Piesārņojuma vielas koncentrāciju vidē tad izteiks sekojoša formula:

$$C_e = \frac{M \cdot K}{Q \cdot t}$$

Daži ražotāji sniedz arī konstantes K vērtības un, izmantojot viņu iekārtas, nepieciešams zināt tikai dažādu piesārņojuma vielu difundēšanas koeficientus.

Iekārtu tipi

Pieejamo pasīvo uztveršanas iekārtu dažādība arvien palielinās. Galvenās atšķirības starp tām ir materiālos, kurus izmanto kā uztverošos pamatmateriālus. Daži no tiem tiek lietoti arī aktīvajās uztveršanas metodēs.

Pasīvos uztvērējus var klasificēt divos tipos: *specializētie* un *nespecializētie*. Pirmie paredzēti viena kīmiska savienojuma vai iero-bežota skaita kīmisku savienojumu uztveršanai. Šajā gadījumā tiek izmantots atbilstošs uztverošais materiāls, kurš parasti darbojas pēc piesārņojuma vielas kīmiskās absorbcijas principa. Turpretī otrie, ļauj uztvert ļoti plaša spektra kīmisko savienojumu paraugus, izmantojot adsorbenta tipa uztverošo materiālu.

No tehniskā izpildījuma viedokļa patreiz ir pieejama pietiekoši liela modeļu daudzveidība ar porainiem vai caurlaidīgiem membrānu pārklājumiem, kurus izgatavo no dažādiem materiāliem un dažādās formās, bet noteikti neliela izmēra un ar nelielu svaru.

Pielietošanas joma

Pasīvo uztvērēju izmantošanas joma aptver tādu, galvenokārt, organiskas izcelsmes, gais-tošu savienojumu paraugu vākšanu, kuri atro-das atmosfērā gāzu vai tvaiku agregātstāvoklī un neietver vielas, kuras atrodas daļējā vai pilnīgā aerosolu veidā.

Konkrēto savienojumu saraksts, kurus var uztvert ar šādiem uztvērējiem, ir pietiekoši liels un turpina palielināties. Tāpēc, lai iegūtu jaunāko informāciju, var ieteikt iepazīties ar ražotāju katalogiem.

**PATEICOTIES DIFŪZIJAS PARĀDĪBAS
MEHĀNISMAM, PASĪVĀ PARAUGU
NEMŠANA IESPĒJAMA TIKAI
ATTIECĪBĀ UZ VIELĀM, KURAS
ATRODAS GĀZVEIDA VAI
TVAIKA STĀVOKLĪ**

Pasīvās difūzijas raksturlielumi ļauj ar šo iekārtu sevišķi efektīvi ķemt paraugus, kuri raksturo piesārņojuma vielas koncentrācijas vidējās vērtības pietiekoši ilgos laika periodos vienas vai vairāku stundu garumā.

Pasīvo uztvērēju izmantošana izraisa interesi arī gadījumos, kad aktīvās paraugu ķemšanas metodes izmantošana var radīt izmaiņas ražošanas darbu tehnoloģijā un tādā veidā mainīt apkārtējās vides apstākļus.

Paraugu ķemšanas noteikumi

Lai veiktu kvantitatīvi piesārņojošo vielu uztveršanu ar pasīvām ierīcēm, lietderigi ir zināt izmantojamā uztvērēja modeļa maksimālo ražību (M_{max}) un kontrolēt paraugu ķemšanas laiku, atkarībā no zināmām vai sagaidāmām pārējo parametru vērtībām. Paaugstināts gaisa mitums vai vienlaicīgi sastopamas vairākas piesārņojuma vielas var pazemināt uztvērēja ražību.

**IR VĒLAMS, LAI GAISS
UZTVĒRĒJA APKĀRTNĒ
NEBŪTU PILNĪGI NEKUSTĪGS**

Pie uztvērēja ieejas atveres ieteicams uzturēt frontālo gaisa plūsmas ātrumu lielāku nekā 0.07 m/s. Šis ātrums parasti tiek vēl palielināts individuālo paraugu ķemšanas laikā.

PASĀVO METOŽU PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI

Paraugu ņemšanai ar pasāvo uztvērēju palīdzību salīdzinot ar aktīvo metožu izmantošanu ir vesela virkne priekšrocību:

- vienkāršība metodes izmantošanā un minimāla darbaspēka nepieciešamība;
- pielietošanas vienkāršība, jo nav nepieciešama tehniskā apkalpošana un gaisa sūkņu kalibrēšana;
- iespējamība ņemt paraugus ilgā laika periodā;
- minimāla iespējamība pieļaut kļūdas tiem, kuri strādā ar iekārtu;
- vispārigā metodes drošība.

Tajā pat laikā kā galvenos trūkumus ir jāatzīmē:

- nepieciešamība precizi zināt galvenos parametrus K, Q vai D katrai piesārņojuma vielai un uztvērēja tipam;
- paraugu ņemšanas ekvivalentās ražības Q lieluma nemainīgums un tās relatīvi zemā vērtība;
- noteikta pasīvās metodes jutība attiecībā pret vides fizikālajiem un kīmiskajiem faktoriem (mitrums vai paaugstināta temperatūra, vairāku pretējas polaritātes piesārņojuma vielu klātbūtne vienlaicīgi).

INDIVIDUĀLIE PARAUGI UN APKĀRTĒJĀS VIDES PARAUGI

Atšķirība starp individuālajiem mērījumiem un apkārtējās vides mērījumiem ir sevišķi nozīmīga, kad tiek izmantotas mērīšanas metodes, kurās paredzēta vienas vielas parauga ņemšana. Tādos gadījumos šī atšķirība noteiktīti jāņem vērā.

Principā pasīvā paraugu ņemšana var tikt izmantota abos gadījumos, tomēr, veicot noteikta veida apkārtējās vides mērījumus, tā var izrādīties nepieņemama zemās paraugu ņemšanas ekvivalentās ražības dēļ.

Turpretī iekārtas aktīvai gaisa paraugu uztveršanai, parasti tiek projektētas pēc citiem principiem, izmantojot raksturlielumus, kuri atbilst tam vai citam pielietojumam. Piemēram, tādā veidā atšķiras individuālās paraugu ņemšanas iekārtas un stacionāras paraugu ņemšanas iekārtas ar lielu ražību.

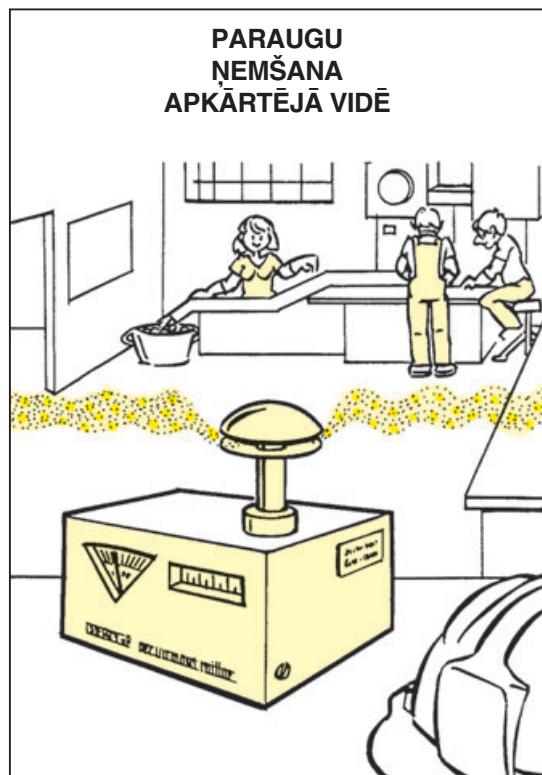
Visraksturīgākās īpašības individuālajām gaisa paraugu ņemšanas iekārtām ir to iero-bežotie izmēri un nelielais svars (līdz 2 kg), funkcionēšanas autonomija (8 stundas) un



relatīvi nelielā ražība. To darbības princips balstās uz gaisa tilpuma pārvietošanu ar mehāniskas sistēmas palīdzību (diafragma, virzulis, utt.).

Individuālā paraugu ņemšanas ierīce nodrošina gaisa parauga ieguvi tieši darbinieka elpošanas zonā, kas ir ļoti svarīgi individuālajam darba vides riska novērtējumam. Atkarībā no to maksimālās ražības, individuālās paraugu ņemšanas ierīces var iedalīt divās grupās: ar ražību (gaisa plūsmas ātrumu) no 0,02 līdz 0,5 l/min un no 0,5 līdz 4,5 l/min. No tehniskās uzbūves viešokļa izvēli nosaka pamatl materiāla tips un analītiskās prasības attiecībā uz piesārņojuma vielu.

Iekārtas paraugu ņemšanai ar lielu ražību, galvenokārt, tiek izmantotas vides paraugu ņemšanai un parasti tās iespējams savienot virknēs, jo paraugu ņemšana notiek stacionārās vietās. Tām nepastāv ierobežojumi svarā vai izmēros, kā individuālo paraugu ņemšanas iekārtu gadījumā, un gandrīz vienmēr tās strādā ar lielu ražību (ar kārtu vairāki m/h). To darbības princips tāpat balstās uz impulsu metodi, izmantojot centrībēzes ventilatorus.

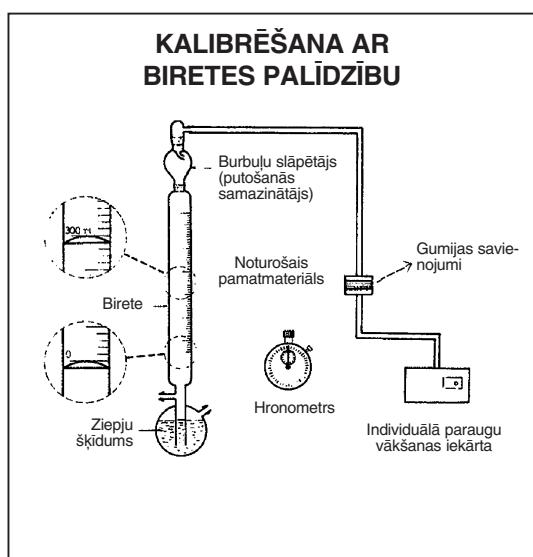


PARAUGU ņEMŠANAS IEKĀRTU KALIBRĒŠANAS NOTEIKUMI

Lai zinātu precīzu nosūktā gaisa parauga tilpumu un varētu veikt piesārņojuma vielas koncentrācijas aprēķinus darba vidē, balstoties uz iegūtiem analītiskiem datiem, ir nepieciešams iepriekš nokalibrēt paraugu ņemšanas iekārtu, uzstādot tās darba ražību (nosūcamo litru daudzumu minūtē).

Darba higienā visbiežāk izmantojamie kalibrēšanas piederumi ir sekojoši: manometri, kalibrācijas atveres, rotametri, gāzes skaitītāji un biretes ar ziepju šķidumu.

Visvienkāršākajā individuālās paraugu ņemšanas aprikojuma kalibrēšanas metodē izmanto bireti ar ziepju šķidumu. Tās darbības princips pamatojas uz tā laika mērišanu, kurš paitet, vienam burbulītam pārvietojoties starp diviem noteiktiem biretes punktiem



(piemēram, fiksē laiku sekundēs, kurā bubulis pārvietojas 10 ml). Pašreiz pastāv arī pusautomātiska iekārta, kura darbojas pēc šī principa.

Kalibrējot lielas ražības paraugu ņemšanas iekārtas, parasti izmanto kalibrācijas atveres, rotometrus vai gāzes skaitītājus.

Paraugu ņemšanas ierīču kalibrēšanu vēlams veikt gan pirms, gan pēc paraugu ņem-

šanas, lai pārbaudītu, vai sākotnējais kalibrējums netika izmaiņīts paraugu ņemšanas laikā. Parasti uzskata par pieņemamu, ja atšķirības starp kalibrēšanu rezultātiem nepārsniedz 5%.

Jauņākās klases individuālie paraugu ņemšanas sūkņi paraugu ņemšanas laikā kontrolē iestādīto gaisa plūsmas ātrumu un sniedz informāciju par novirzēm paraugu ņemšanas gaitā.

MĒRĪŠANAS IEKĀRTU KVALITĀTES KONTROLE

Mērījumu, kuri iegūti izmantojot noteiktu mērišanas aparatūru, rezultātu kvalitāte ir atkarīga no ierīces visu sastāvdaļu laba stāvokļa un pareizas funkcionēšanas kopumā. Lai nodrošinātu šādas aparatūras darbības nepieciešamos raksturlielumus, mēriekārtu nepieciešams periodiski pārbaudīt.

Tiešās nolasīšanas ierīces

Izmantojot kolorimetriskās caurulītes, var rasties sistemātiskas kļūdas sekojošu iemeslu dēļ:

- izgatavotāja vainas dēļ radusies kalibrēšanas kļūda;
- izmaiņas, kuras radušās nepareizas caurulišu uzglabāšanas dēļ (vairumā gadījumu ieteicamā uzglabāšanas temperatūra nedrīkst pārsniegt 30 °C);
- aspirācijas sūkņa hermētiskuma samazināšanās;
- iesūknēšanas kanālu aizsērēšana.

Lietderīgi periodiski pārbaudit sūkņa darba tilpumu, iztīrīt kanālus un pastāvīgi ievērot ražotāja sniegtais instrukcijas par caurulišu uzglabāšanas apstākļiem, kā arī to derīguma termiņu.

Rīkojoties ar pārējo tiešās nolasīšanas aprīkojumu, nepieciešams ievērot izgatavotāja instrukcijas attiecībā uz tehnisko apkalpošanu un periodiskajām funkcionēšanas pārbaudēm.

Šajā sakaribā sevišķi svarīgi ir atcerēties to, ka monitoru sensoru šūniņām ir ierobežots darbības ilgums un tās ir periodiski jānomaina.

To cena ir diezgan augsta un var atšķirties atkarībā no ražotāja markas.

Aprīkojums paraugu ņemšanai

Pasīvo uztvērēju gadījumā, tā kā tie tiek izmantoti tikai laiku pa laikam, nepieciešams stingri sekot tam, lai uztvērēji būtu cieši aizvērti līdz paraugu ņemšanas procesam un arī pēc tam, tas ļaus izvairīties no to iespējamās paraugu piesārņošanas. Tos ieteicams uzglabāt ledusskapī, transportējot un izmantojot, jācenšas izvairīties no to pārāk lielas pārkāšanas.

Aktīvā paraugu ņemšanas gadījumā ieteicams sekot, kādā stāvoklī atrodas baterijas pirms un pēc iekārtu izmantošanas, arī gadījumos, ja iekārtas neizmanto ilgu laiku. Tāpat ir svarīgi periodiski testēt iekārtas apstākļos, kuri ir tuvi to ekspluatācijas apstākļiem, sevišķi laikā, kad tie ir identiski reālajiem.

**INDIVIDUĀLĀS PARAUGU ņEMŠANAS
IEKĀRTAS PRASA SEVIŠĶI SAUDZĪGU
APKOPI UN APIEŠANOS, JO TĀS
VIEGLI BOJĀJAS UN TO UZLĀDĒJAMĀS
BATERIJAS IR ĽOTI JŪTĪGAS.**

Uztveršanas pamatl materiāls

Ir svarīgi pārbaudīt piesārņojuma vielas paraugu ņemšanas ierīces (uztveršanas pamatl materiālus), kurus paredzēts izmantot, pareizi tās novietot attiecīgajos konteineros (filtri, uztvērēji ar uztverošo šķidrumu, uztveršanas

caurulītes, savienojošās detaļas u.c.). Paraugu ņemšanas iekārtas visu daļu labs stāvoklis un tās elementu pareizi uzstādījumi ļauj izvairīties no noplūdēm un citām kļūmēm, kuras var negatīvi iespaidot pareizu iekārtas pielietojumu.

Paraugu transportēšana un uzglabāšana

Tūlīt pat pēc paraugu ņemšanas nepieciešams izdarit visu, lai ar paraugiem nenotiktu nekādas izmaiņas (piemēram, piesārņošanās, iztvaikošana, izlišana, salūšana utt.). Tāda pat un vēl stingrāka nodrošināšanās pret kļūmēm nepieciešama, transportējot paraugus uz laboratoriju un uzglabājot tos.

Rekomendācijas un prasības, kuras jāievēro, transportējot un uzglabājot paraugus, mainās atkarībā no nesēja pamatl materiāla tipa un uztvertā piesārņojuma vielas rakstura. Tomēr ir vērts pieminēt dažas vispārēja rakstura rekomendācijas, kuras parasti ir pielietojamas jebkuram paraugu ņemšanas aparatūras tipam:

- paraugu iepakojums jāaizlīmē vai hermētiski jāaizver;
- paraugus jāievieto kastītēs vai atbilstošās

- tilpnēs, izmantojot piemērotu iepakojuma pildvielu, lai nekustīgi nofiksētu paraugus un tādā veidā izvairītos no vibrācijas, trieciņiem, salūšanas, izlišanas, utt.;
- katrai analoģiskai paraugu partijai jāpievieno etalonparaugs (kontrolparaugs no tās pašas partijas, kurš netika izmantots piešārņojuma vielas uztveršanai);
- lai izvairītos no paraugu piesārņošanas, nekad nenovietot vienā un tai pašā konteinerā paraugus no vides un izejvielām, sevišķi, ja izejvielas ir šķidrumi vai arī tās satur gaistošas vielas;
- izvairīties no paraugu liekas karsēšanas, un nepakļaut tos tiešas intensīvas saules gaismas iedarbībai;
- neatvērt paraugus, pirms nav sākta to analīze;
- nekavēties ar paraugu nogādāšanu uz laboratoriju;
- paraugus, kuri iegūti izmantojot absorbējošus šķidumus vai cietvielas adsorbentus, jāuzglabā ledusskapī (apmēram 5 – 10°C temperatūrā) līdz brīdim, kad sāk to analīzi.

ANALĪTISKĀ METODE

Analītiskā metode ir to darbību un procedūru virknes, kuras nepieciešamas, lai noteiktu piesārņojuma vielas koncentrāciju vidē.

Augšminētā definīcija ir vispārīga un, kad tas ir nepieciešams, tā ietver arī paraugu vākšanu. Tādā gadījumā runājam par diviem analītiskās metodes posmiem: paraugu ņemšanu, kurā norādīts, kura no iepriekš aprakstītajām procedūrām izmantota un pēc kuras priekšrakstiem notiek paraugu vākšana, un analīzi, kura apraksta darbību kārtību, kādas veicamas ar paraugiem laboratorijā.

Metodes raksturlielumi

Katras konkrētas vielas koncentrācijas mērišanai ir paredzētas noteiktas analītiskās metodes. Metodes princips, aparatūras tehniskie parametri, nosakāmie rādītāji kopā ar

dažiem rezultātu kvalitātes aspektiem, kuri noteikti ar atbilstošu testu palīdzību, ir tā saučamie metodes raksturlielumi.

Mēriekārtā, kuru izmanto analītiskajā procesā, ir būtisks metodes raksturlielums, lai izmantotu konkrētu metodi, ir nepieciešama atbilstoša aparatūra.

Standartizētās analītiskās metodes

Analītiskām mērišanas metodēm jāatbilst noteiktām prasībām, lai tās varētu droši lietot piesārņojuma vielas noteikšanai. Metožu atbilstības minimālās prasības nosaka likumdošana vai vispārpieņemtās normas, atbilstības faktu apstiprina analīžu standartizācija, kuru veic vispirms vienā, bet pēc tam vēl vairākās laboratorijās, atbilstoši noteiktam analīžu protokolam. Pēc šādu pētījumu

ANALĪTISKĀS METODES GALVENIE RAKSTURLIELUMI

Specifiskums: pielietojamības pakāpe, iespēja noteikt konkrēto vielu citu vielu klātbūtnē.

Interferences: citas vielas ietekmējoša blakus iedarbības, kuras var pozitīvi vai negatīvi ietekmēt metodes rezultātus un tos izkropлот.

Metodes jutība: minimālā koncentrācija, kura statistiski ticami ir nosakāma ar doto metodi.

Darbības robežas: piesārņojuma vielas koncentrācijas intervāls, kurā dotā metode var tikt pielietota ar apmierinošiem rezultātiem.

Precizitāte: pakāpe, kādā rezultāti atbilst reālajām vērtībām.

Izmantojamā analītiska tehnika: mērinstruments, kurš nepieciešams metodes pieliešanai.

veikšanas, kuri ļauj izvērtēt metodes raksturlielumus, metode tiek apstiprināta kā standarts, ja raksturlielumi atbilst to pieliešanas prasību minimumam. Pretēja gadījumā metodei nepiešķir standarta statusu. Laboratorijai jāapstiprina sava prasme veikt vides piesārņojuma mērījumus likumdošanā noteiktā kārtībā (akreditētas testēšanas laboratorijas).

**Analītiskās tehnoloģijas,
kuras var tikt izmantotas darba higiēnā.**

Analītiskās tehnoloģijas, kuras izmanto

piesārņojuma mērīšanai darba vidē, galvenokārt, ir atkarīgas no piesārņojuma dabas un citiem mērīšanas apstākļiem. Lielā to vielu dažādība, kuras var atrasties ražošanas vides atmosfērā, ir par cēloni tam, ka darba higiēnā izmanto pietiekoši daudz dažādu analītisko tehnoloģiju.

**ANALĪTISKO METOŽU STANDARTIZĀCIJA
ĽAUJ IEGŪT REZULTĀTUS, KURIEM VAR
UZTICĒTIES DAŽĀDĀS LABORATORIJĀS**

VISVAIRĀK IZPLATĪTĀS ANALĪTISKO METOŽU TEHNOLOGIJAS

Hromatogrāfiskās tehnoloģijas: gāzu hromatogrāfija (šķidinātāji, organiskie savienojumi), šķidrumu hromatogrāfija (organiskie savienojumi), jonu hromatogrāfija (anjoni).

Spektrofotometriskās tehnoloģijas: atomu absorbcija (metāli), fotometrija, polarogrāfija (gāzes, pesticīdi), luminiscentā analīze (šķidrās eļļas).

Rentgenogrāfiskās tehnoloģijas: rentgena staru laušana (kvarca putekļi, kristāliskie savienojumi).

Mikroskopī: mikroskopu optika (azbesta šķiedras, putekļu daļiņu izmēri un forma).

Elektroķīmiskās tehnoloģijas: specifiskie elektrodi (hlorīdi, fluorīdi, cianīdi), anoda šķīšanas sprieguma mērīšana (metāli).

Gravimetriskās tehnoloģijas: (putekļi, kokvilna).

MĒRĪJUMU ATBILSTĪBA

Galvenā prasība, kurai jāizpildās veicot mērījumus, ir tāda, ka tiem ar pietiekamu ticamību jāatspoguļo to piesārnojumu reālā iedarbība, kurus bija paredzēts izpētīt. Šī prasība var tikt konkrētizēta ar vēl virknī noteikumu, kuriem jāpakļaujas mērīšanas procedūrai:

- procedūrai jānodrošina, lai rezultāti atbilstoši parādītu piesārnojuma ietekmi uz darbiniekiem;
- lai noteiktu piesārnojuma ietekmi uz darbinieku viņa darba vietā, pēc iespējas jāizmanto individuālās paraugu atlases metodes, kurās gaisa paraugus nēm darbinieka elpošanas zonā;
- ja darbinieku grupa veic vienu un to pašu darbu vienā un tajā pašā darba telpā un ir pakļauta līdzīgai ietekmei, var izdarīt mērījumus vienā darba vietā vai veikt paraugu atlasi, kas attiecas uz visu grupu un reprezentē rezultātus visai grupai;
- stacionārās mērīšanas metodes var tikt pielietotas, ievērojot nosacījumu, ka rezul-

tāti pieļauj novērtēt piesārņotāja ietekmi uz darbinieku viņa darba vietā.

- šaubu gadījumā, mērījumus veic lielākā riska punktā;
- mērīšanas procedūrai jāatbilst mērāmā aģenta agregātstāvoklim, jāuzrāda iedarbības maksimālā vērtība un ekspozīcija viņa darba procesa laikā;
- rezultātam jāatspoguļo kīmiskās vielas koncentrāciju tajās pat vienībās, kurās tiek izteikta tās aroda ekspozīcijas robežvērtība;
- ir jābūt zināmam metodes rezultātu precīzitātes raksturlielumam (mērījumu nenoteiktībai);
- ja mērījumu procedūra nav paredzēta speciāli konkrētam mērāmajam aģentam, rezultātus ir pilnībā jāattiecinā uz aģentu, kurš ir mērījumu objekts;
- aerosolu koncentrācija ir jāmēra tādā veidā, lai paraugā būtu nodrošināta efektīva mērāmā piesārnojuma ieelpojamo frakciju atlase.

ĶĪMISKIE PIESĀRNOTĀJI: NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

4

VISPĀRĪGIE JĒDZIENI

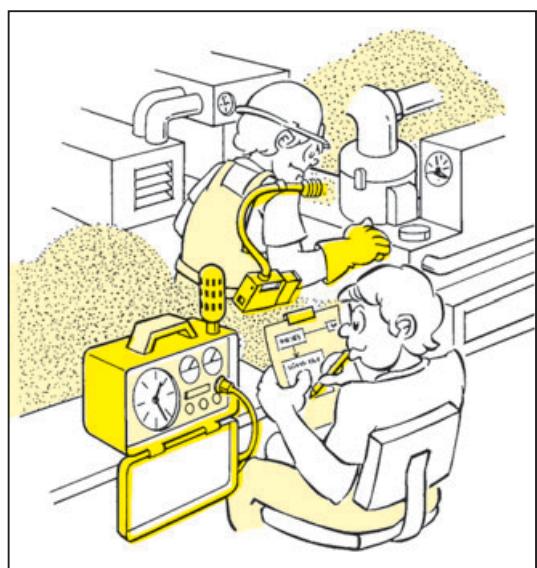
Ķīmisko piesārnotāju ekspozīcija ir sarežģīta parādība, kurā ir daudz mainīgu faktoru, kas saistās gan ar pašu cilvēku, gan ar piesārņojošo vielu, gan piesārņojuma iedarbības procesu. Šī procesa izsmēloša izpēte ir ļoti sarežģīta un bieži nav izpildāma, jo trūkst nepieciešamo zināšanu un informācijas. Visa tā rezultātā neizbēgami rodas šādas iedarbības novērtējuma vienkāršojums, kura pamatā ir saņemtās piesārņojuma devas orientējoša noteikšana un pieņēmums, ka iegūto efektu izsauc tieši šī piesārņojuma viela.

ĶĪMISKO PIESĀRNOTĀJU IEDARBĪBA IR SALIKTA PARĀDĪBA

Kad sāk darba vietā sastopamo piesārnotāju novērtēšanu, iegūst noteiktas kvantitatīvās vērtības, kuras atspoguļo gaisā esošo piesārņojuma vielu koncentrāciju (ekspozīciju). Šīm vērtībām pašām par sevi nav lielas nozīmes. Lai būtu iespējams novērtēt bīstamību, kādu šie piesārņojumi varētu radīt cilvēku veselībai, ir jābūt kādam citam kritērijam. Apskatīsim sekojošu piemēru.

Pieņemsim, ka darba vides gaisā tika izdarīts piesārņojuma novērtējums un iegūti sekojoši rezultāti: oglekļa dioksīds – 50 ppm,

oglekļa monoksīds – 50 ppm un fosgēns – 50 ppm. Saīsinājums «ppm» nozīmē «parts per million» un atbilst piesārnotāja vielas (gāzes vai tvaika) tilpuma daļām uz miljonu gaisa daļu (ml/m^3). Pirmajā acu uzmetienā, ja nav zināmas dažādās šo gāzu nelabvēlīgās ietekmes uz cilvēka organismu, var pieņemt, ka bīstamība, kuru tās rada cilvēka veselībai, ir apmēram vienāda. Taču patiesībā tas tā nav. Oglekļa dioksīda koncentrācija ir zemāka nekā parasti atmosfērā un daudz zemāka, nekā mak-



simāli pieļaujamais līmenis (5000 ppm). Oglekļa monoksīda jeb tvana gāzes koncentrācija neatbilst tam līmenim (20 mg/m^3 jeb 17 ppm), kuru pieņem par pieļaujamo pēc LVS 89:1998. Tajā pat laikā, fosgēna koncentrācija ir daudz augstāka nekā maksimāli pieļaujamā (0,1 ppm īslaičigi vai 0.02 ppm laika periodā līdz 8 stundām pēc direktīvas 2000/39/EC) un var izsaukt nāvi, pat iedarbojoties pavisam īsu laiku.

No augšminētā izriet, ka, lai pareizi novērtētu piesārņojuma agresivitāti un riska līmeni, ir jābūt pieejamām rokasgrāmatās dotām vērtībām ar ko salīdzināt (Latvijas standartā LVS 89:1998 ir noteiktas kīmisko vielu aroda ekspozīcijas robežvērtības AER).

Vērtības, ko iegūst piesārņojuma vielas mērišanas rezultātā, kopā ar laiku, kurā darbinieks atrodas kontaktā ar vielu, ļauj izskaitlot piesārņojuma devu, ko var saņemt ieelpojot. Šī

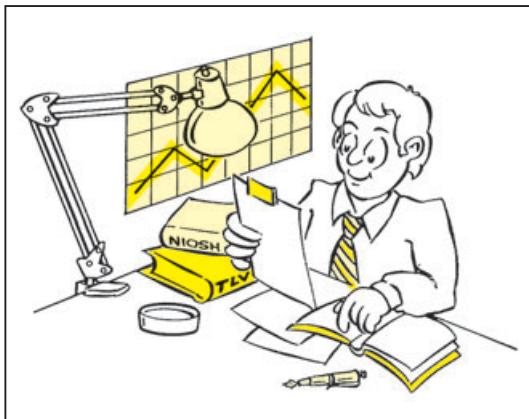
ekspozīcija kopā ar papildinformāciju par veicamā darba veidu un iespējamību piesārnojuma vielai ieklūt organismā arī citā ceļā ļauj izveidot pilnu šī piesārņojumu reālo iedarbības ainu. Izmērītās piesārņojuma ekspozīcijas salīdzinājums ar standartā noteikto aroda ekspozīcijas robežvērtību nosaka risku veselībai atbilstoši šim novērtēšanas kritērijam.

**LAI NOVĒRTĒTU HIGIĒNISO SITUĀCIJU,
IR OBLIGĀTI NEPIECIEŠAMS ZINĀT
NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJU**

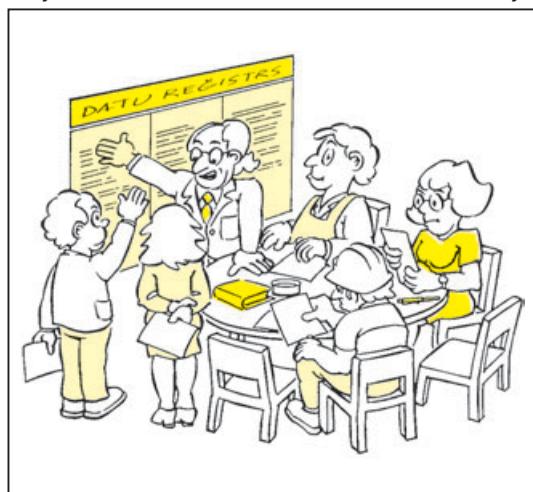
Darba higiēnā ar novērtēšanas kritēriju saprot kīmiskās vielas aroda ekspozīcijas robežvērtību, ar kuru salīdzina ražošanas vides novērtējuma rezultātus, lai izvērtētu risku, kādu viela var radīt cilvēka veselībai.

PAMATOJUMS NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJU VĒRTĪBU NOTEIKŠANAI

Maksimālās vērtības, kuras noteiktas novērtēšanas kritērijā, pamatojas uz informāciju, kuru iegūst epidemioloģisko pētījumu rezultātā, eksperimentāli toksikoloģiskos pētījumos izmantojot dzīvniekus, pētījumos «struktūra – darbības veids» un eksperimentos ar brīvprātīgajiem.

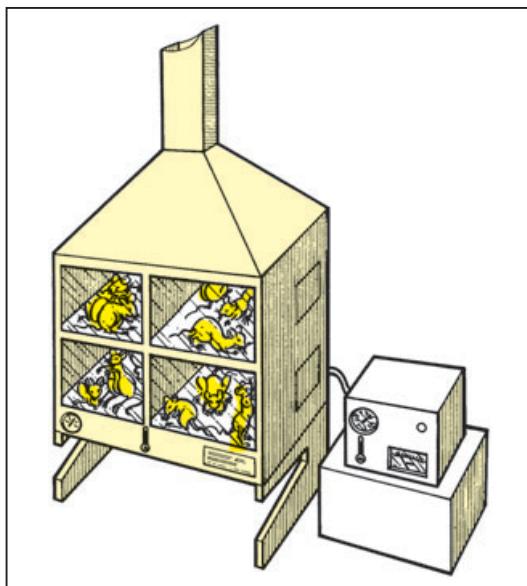


Epidemioloģiskie pētījumi, kuri ļauj noteikt konkrētā piesārņojuma iedarbības noteiktu efektu pārsvaru (fiksēto gadījumu skaits atiecībā pret visu iedzīvotāju skaitu), ir svarīga izejas datu bāze novērtēšanas kritērija



noteikšanai. Galvenās grūtības, ar kurām saistīta šo pētījumu rezultātu atzīšana par pamatojiem, ir iespējamās metodoloģiskās kļūdas (kontroles grupas izvēle, izvēlētā parauga atbilstība, utt.) un pilnīgu datu trūkums par vielas iedarbību.

Eksperimentālos pētījumos uz dzīvniekiem iedarbojas ar zināmu piesārņojuma koncentrāciju laika periodā, kas ir ekvivalents ražošanas apstākļiem. Tas ļauj orientējoši noteikt sakarību «iedarbība – rezultāts jeb deva – efekts». Šajā gadījumā sastopamas grūtības ar iegūto rezultātu adekvātu pārnesi no dzīvnieka uz cilvēku, tāpēc secinājumi ir jāizdara ļoti apdomīgi.



Nosakot atbilstību starp noteiktas savienojumu grupas kīmisko struktūru un to iedarbības rezultātiem uz cilvēka organismu, daļēji ir iespējams paredzēt toksisko efektu, ko izraisīs savienojums, kas tāpat iekļaujas šajā grupā, bet par kuru iepriekš nekas nav bijis zināms. Tāda rīcība ir parasta ļoti daudzās zinātnes nozarēs, sevišķi farmakoloģijā, tomēr tā ir saistīta ar zināmu risku, jo joprojām pastāv daudz maz izpētiņu vai pavisam nezināmu kīmisko savienojumu bioloģiskās iedarbības mehānismu. Ir jāņem vērā, ka vielas, kurām ir

īoti līdzīga struktūra, var izraisīt atšķirīgus efektu, piemēram: benzols un toluols, 2-nitropropāns un 1-nitropropāns, n-heksāns un heksāni. No pieminētajiem benzols un 2-nitropropāns – ir kancerogēni, n-heksāns – spēcīgs neirotoksīns, tajā pat laikā, pārējiem nosauktiem tās pašas grupas savienojumiem minētās iedarbības nenovēro.



Eksperimenti ar brīvprātīgajiem arī ir labs informācijas avots par devas un efekta atkarību. Pats par sevi saprotams, tie tiek pielietoti tikai attiecībā uz zemas bīstamības pakāpes vielām un zemās koncentrācijās, piemēram, novērtē kairinošs vielas un nepatikamas smaka, arī alergēnus.

Novērtēšanas kritērija izstrādāšanai un pielietošanai jādod atbilde uz diviem savā starpā saistītiem pamatjautājumiem: kādu maksimālo iedarbību uz veselību uzskatīt par «pieļaujamu» un kādu procentu no teorētiski iedarbībai pakļautās iedzīvotāju daļas ar atrasto paņēmienu iespējams reāli aizsargāt, nemot vērā arī to, ka vienāda piesārņojuma iedarbība dažādiem cilvēkiem izsauc dažādus efektus.

Maksimāli pieļaujamā iedarbība uz veselību, kura tiek noteikta izstrādajot kritēriju, ietver sevi arī maksimālās pieļaujamās devas vērtību. Līdzko šī vērtība ir izskaitlota un noteikti vei-

camā darba standartapstākļi, tiek ieteiktas dažas maksimālās vērtības attiecībā pret vidi, kuras var tikt aplūkotas no diviem redzes viedokļiem: kā maksimālās vērtības, kuras nedrīkst pārsniegt nekādā gadījumā, pazīstams arī kā «augšējā robeža», vai arī kā vidējā maksimāli pieļaujamā vērtība ilgstošā iedarbības laikā, piemēram, 8 stundas katru dienu, 40 stundas nedēļā, 1 reizi mēnesī, 1 reizi gadā vai visā cilvēka darbaspējīgās dzīves laikā. Pirmajā gadījumā tiek mērīta nevis piesārņojuma iedarbība, bet tiek apstiprināts konkrēts faktsts: vai nav pārsniegta vērtība, kuru nosaka bīstamības kritērijs. Abos gadījumos būs dotas maksimālās vērtības īslaicīgai iedarbībai, kuras atkarībā no formulējuma, tiek salīdzinātas ar maksimālajām vērtībām.

**PASTĀV KRITĒRIJI, KURI NOSAKA
MAKSIMĀLI PIEĻAUJAMĀS
KONCENTRĀCIJAS, UN KRITĒRIJI,
KURI NOSAKA MAKSIMĀLI
PIEĻAUJAMĀS DEVAS**

Izdarot novērtējumu piesārņojuma klātbūtnei vidē kopā ar citiem faktoriem ir svarīgi tas, ka novērtēšanas kritērija noteikšanai izmanto vienu vai otru no augšminētajām pieejām. Praksē

pastāv kritēriji, kuru noteikšanā izmanto gan pirmo gan otro pieju ar ierobežojumiem, lai nepieļautu ļoti augstu koncentrāciju iedarbību īsos laika periodos un reglamentētu hronisku vielas iedarbības līmeni. Tāpat pastāv kritēriji, kuru noteikšanā izmanto abas pieejas kā viena otru papildinošu, atkarībā no konkrētā piesārņojuma vielas īpašībām.

Izņemot tos gadījumus, kad ir darišana ar normām un reglamentiem, kurus nosaka likumdošana, novērtēšanas kritēriji ir jāpielieto kā salīdzināšanai domātie rokasgrāmatu dati attiecībā uz mērijumu rezultātiem. Tos nedrīkst uzskatīt par robežvērtību starp bīstamiem un nekaitīgiem apstākļiem, un, izmantojot tos, vienmēr ir jāņem vērā tie faktori, kuri var izmainīt reālo piesārņotāja iedarbību.

Pieņemamās piesārņojuma vielas koncentrāciju vērtības darba vides gaisā, kuras nosaka dažādi novērtēšanas kritēriji, dažādās valstīs sakrīt tikai daļēji, tieši tādēļ, ka to noteikšana balstās uz dažādiem kritērijiem.

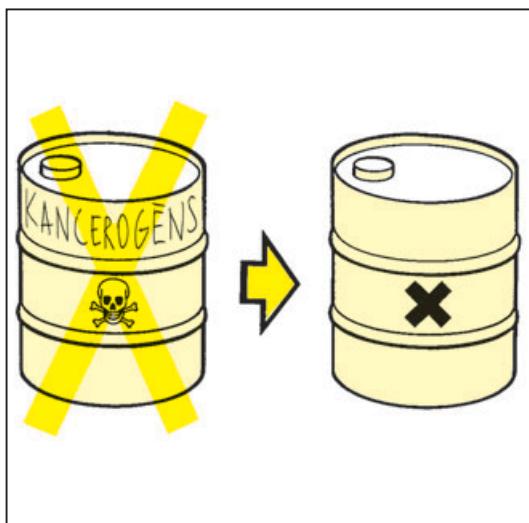
**NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI
NENOSAKA ROBEŽU STARP
VESELĪBAI BĪSTAMIEM UN
DROŠIEM DARBA APSTĀKĻIEM**

KANCEROGĒNU UN ALERGĒNU NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vēl viens svarīgs aspekts, kuram nepieciešams pievērst uzmanību, ir minimālo vērtību noteikšana vielām, kuras izraisa ļoti smagus efektus tālākā perspektīvā (piemēram, kancerogēni) vai krasu momentānu iedarbības efektu un paaugstinātu jutību (alerģēni).

Kancerogēnām vielām noteikt atkarību starp iedarbību un izsaucamo efektu (vēzi) ir problemātiski, jo, nemot vērā ļoti dažādu blakus faktoru iesaistīšanos kancerogēnajā procesā,

vienīgā ticamā atbilstība pastāv starp iedarbību un neoplastiskā procesa (vēža) attīstības variabūtību. Tāpēc noteikt «nekaitīgu» vērtību, kura «garantē» veselību dotajā gadījumā, ir daudz sarežģītāk nekā ar piesārņojuma vielām, kuras izsauc citus efektus. Šādā situācijā, daudzi zinātnieki rekomendē aizliegt tamlīdzīgu vielu izmantošanu, ja to aizvietošana tehnoloģiskā ziņā ir pārāk apgrūtinoša, iespējami samazināt iespēju tām iedarboties, nenosakot šādos gadījumos nekādas orientējošas vērtības.



Alerģiju izsaucošo vielu momentānā iedarbība uz cilvēkiem ar paaugstinātu jutību ir tik acīmredzama, ka ir ļoti grūti noteikt koncentrāciju, kura ļautu izvairīties no veselībai kaitīgiem efektiem. Parasti tiek ieteikts aizvietot šos savienojumus ar mazāk bīstamiem vai, ja tas nav iespējams, noturēt koncentrāciju vismazākajā iespējamajā līmenī. Arī šie līmeni nekādā gadījumā nav uzskaņāmi par garantiju alerģisku cilvēku aizsardzībai, kuru reakcija var izpausties pat uz daudz mazāku alergēnu koncentrāciju, nekā uz to, kuru var fiksēt ar parastajām analītiskajām metodēm. Reālais problēmas risinājums ir izslēgt sensibilizētā darbinieka kontaktu ar alerģiju izsaucošo vielu.

VIDES NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI UN BIOLOGISKIE NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Darba higiēnas mērķis ir novērtēt, pastāv vai nepastāv reāls risks darbiniekim, salīdzinot vides piesārņojuma vielu mērījumu rezultātus un to iedarbības laiku (eksponūciju) ar noteiktajiem vērtēšanas kritērijiem. Noteiktas situācijas pieņemamības vai nepielaujamības novērtēšanas procedūra sastāv no datu iegūšanas par noteiktām vides parametriem un gaisa piesārņojumu darba vidē, to salīdzināšanas ar kritērijiem, kuri attiecas uz šo vidi un esošajiem ražošanas apstākļiem.

Tomēr pastāv arī cita procedūra, ar kuras palīdzību var novērtēt kīmiskās vielas iedarbības risku darbiniekim: tā ir bioloģiskā kontrole. *Bioloģiskā kontrole* ir organismā uzņemto kīmisko vielu vai to metabolītu (vielas, kuras rodas organismā kīmisko aģēntu transformācijas procesā) noteikšana biovidēs (izelpotais gaiss, asinis, urīns, siekalas, mati, izkārnījumi) vai vielu izraisīto organismā funkcionālo izmaiņu atklāšana. Tas nozīmē, ka šajā gadījumā,

atšķirībā no vides kontroles, ir jānotiek kīmiskās vielas daudzuma un tās bioloģiskās iedarbības novērtēšanai, kura izpaužas tieši darbinieka organismā. Piesārņojuma iekšējā negatīvā



iedarbība uz organismu vai iekšējā deva var tikt novērtēta ar trīs dažādiem paņēmieniem:

1. kaitīgās vielas koncentrācija dažādās bioloģiskās vidēs neizmainītā veidā (piemēram, svins, dzīvsudrabs, arsēns u.c.);
2. absorbētās kīmiskās vielas metabolītu koncentrācija augšminētajās vidēs (piemēram, fenola noteikšana urīnā benzola ekspozīcijas gadījumā);
3. novērtējot noteiktās negatīvās izmaiņas, kuras notiek paša organisma funkcijās kā atbildes reakcija uz piesārnojuma vielas negatīvo ietekmi (piemēram, holinesterāzes aktivitātes nomākums fosfororganisko pesticīdu iedarbības rezultātā).

BIOLOGISKĀ KONTROLE ĽAUJ IEPAZĪT PIESĀRNOJUMA VIELAS IEKŠĒJO IETEKMI UZ DARBINIEKA ORGANISMU

Bioloģiskās kontroles veikšanai, katrai piesārnojuma vielai ir jāizvēlas atbilstošs mērišanas paņēmiens (kurš tiek sauktς par noteicošo). Ir jāatzīmē, ka dotais kontroles veids nekādā veidā nav saistīts ar medicīnisko kontroli, kuras mērķis ir veselības aizsardzība un izsargāšanās no arodslimībām, veicot periodiskas medicīniskās pārbaudes.

Līdzīgi kā apkārtējās vides novērtēšanas gadījumā arī bioloģiskajā kontrolē ir nepieciešams zināt noteiktus novērtēšanas kritērijus. Šo kritēriju vērtības, galvenokārt, ir iegūtas, pamatojoties uz pētījumiem par organismā cīņu ar toksiskām vielām, kuri tika veikti eksperimentālos apstākļos ar brīvprātīgajiem, uz kuriem iedarbojās ar pētāmām vielām, kā arī no epidemioloģiskiem pētījumiem ražošanā, kur darbinieki tika pakļauti noteiktām piesārnojuma koncentrācijām.

Divi visplašāk pazīstamie bioloģiskās kontroles kritēriji ir lielumi BEI un BAT. BEI indeksi (Biological Exposure Indices – bioloģiskās ekspozīcijas indekss), kurus iesaka AVRHK (American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Amerikas valsts rūpnie-



cisko higiēnistu konference), ir konsultatīvi lieumi, kurus izmanto veselības riska novērtēšanai. Tie nosaka kīmiskās vielas līmeni, kurš ar vislielāko varbūtību var tikt atrasts bioloģiskajos paraugos, kuri ļemti no veseliem cilvēkiem, iepriekš pakļautiem kīmisko savienojumu iedarbibai ieelpojot tos TLV līmenī (Threshold Limit Value – sākotnējā robežvērtība). TLV vērtības, par kuru runa būs vēlāk, arī nosaka AVRHK.

Vācu higiēnistu piedāvātais parametrs BAT (Biologische Arbeitsstoff Toleranzwerte), tiek definēts kā kīmiskā savienojuma un viņa metabolītu maksimālā pielaujamā koncentrācija, kurai pastāvot nenotiek nekādas novirzes no normālajiem bioloģiskajiem parametriem, kuras šī viela varētu izsaukt cilvēka organismā. Bez tam, saskaņā ar pēdējiem zinātniskajiem datiem, tāda koncentrācija parasti nekaitē darbinieka veselībai pat tad, ja tā periodiski atkārtojas un turpinās ilgu laiku.

Latvijas normatīvajos aktos (MK noteikumi Nr. 399 (2002.) un MK noteikumi Nr. 86 (1997.) ar LM rīkojumu Nr. 8 (1998.)), pamatojoties uz pasaules pieredzi, ir noteikti **BER – bioloģiskās ekspozīcijas rādītāji** dažām kīmiskām vielām. Bioloģiskās ekspozīcijas rādītājs ir «nodarbinātā organismā uzņemto kīmisko vielu un to metabolītu koncentrācijas un kīmisko vielu izraisīto bioloģisko efektu

rādītāji nodarbinātā bioloģiskajā vidē, kurus nosaka veseliem nodarbinātiem, kas ir pakļauti ķīmisko vielu un ķīmisko produktu iedarbībai AER līmenī». Bioloģiskais monitorings papildina vides mērījumus, bet nevar tos aizstāt.

Jebkurā gadījumā, bioloģiskajai kontrolei piemīt virkne priekšrocību salīdzinājumā ar vides kontroli:

1. tā aptver visus iespējamos piesārņojuma vielas iedarbības ceļus: ieelpojot, uzņemot caur ādu, caur gremošanas orgāniem un perkutāni;
2. atspoguļo cilvēka higiēniskās uzvedības īpatnības, tādas kā roku mazgāšana un smēķēšana vai ēšana darba vietā;
3. uzsver iedarbības konkrētos aspektus, tādus kā ķīmisko savienojumu uzsūkšanas individuālās atšķirības, atkarība no cilvēka darba slodzes, piesārņojuma vielas daļu izmērs un šķīdība;

4. var novērtēt arī citus negatīvās iedarbības blakus faktorus, kuri ir atšķirīgi no ražošanā sastopamajiem, bet saistīti ar dzīves vietu, brīvā laika pavadīšanu, ēšanas parādumiem, utt. Tie visi ir negatīvās iedarbības fona veidi.

Bioloģiskās kontroles galvenie trūkumi ir: iespējamās grūtības paraugu iegūšanā; atsevišķos gadījumos rodas problēmas saistībā ar konkrētības trūkumu par rezultātu interpretāciju; līdz pat šim laikam nav pietiekoša novērtēšanai paredzētā uzziņas materiāla.

Patreiz pastāv tendence izmantot vispārējos novērtēšanas kritērijus, kuri apvieno bioloģiskos un vides novērtēšanas kritērijus.

BIOLOGISKĀ KONTROLE ĻOTI BIEŽI IR NEPIECIEŠAMS PAPILDINĀJUMS VIDES KONTROLEI

TEHNISKA RAKSTURA NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Pastāv novērtēšanas kritēriji, kurus uzskata par tehniski realizējamiem un kurus izmanto darba higiēnas nozarē kā obligātās higiēnas normas, daudzas valstis tos ir pieņēmušas kā novērtēšanas kritērijus ar likumdošanas pāldzību. Pazīstamākie ir lielumi, kurus Amerikas Savienotajās valstīs ir ieteikušas lietošanai daivas institūcijas: National Institute of Occupational Health (NIOSH) – Nacionālais Darba Drošības un Veselības institūts (NDDVI) un American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) – Amerikas valsts rūpniecisko higiēnistu konference (AVRHK), Šīs organizācijas katru gadu publicē TLV (Threshold Limit Value) vērtības, kuras plaši pazīstamas darba higiēnas jomā (tik plaši, ka abreviatūra TLV tiek uzskatīta kā sinonīms maksimālajai pielaujamajai koncentrācijas vērtībai ražošana atmosfērā).

NDDVI ir organizācija, kura pakļaujas Fede-

rālajai administrācijai, kura kopā ar citiem pasažumiem realizē arī periodisku pārbaudi un atjauno rekomendācijas, kuras attiecas uz kaitīgo vielu iedarbības maksimālajām vērtībām vai potenciāli bīstamajiem apstākļiem, pastāvošiem ražošanas vidē. AVRHK noteiktos rādītājus sauc par REL (Recommended Exposure Limits – ieteicamā ekspozīcijas robežvērtība) jeb maksimāli pielaujamās koncentrācijas. REL un balstās uz datiem, kuri publicēti atskaitēs pazīstamās kā Criteria Documents – kritēriju dokumenti. REL vērtības ietver sevī divus robežvērtību TWA (Time-Weighted Average) veidus: vidējie 10 stundu darba laikā, ja nav norādīts cits darba laika ilgums un «maksimālās robežvērtības», kuras nosaka kā vislielāko pielaujamo negatīvās iedarbības vērtību stingri noteiktā laika periodā ne ilgākā par 15 minūtēm (STEL). REL robežvērtību lielumu sarakstā ir ietverti arī norādījumi

par kancerogēniem un vielām, kuras absorbējas caur ādu.

AVRHK ir asociācija, kura apvieno darba higiēnas profesionālos speciālistus, kuri darbojas sabiedriskās organizācijās un universitātēs visā pasaulē un, kuras galvenā mītne atrodas Amerikas Savienotajās valstīs. AVRHK katru gadu publicē TLV sarakstus par kīmisko vielu un fizisko aģēntu iedarbību kā arī bioloģiskās

**TLV, KURUS PIEDĀVĀ AVRHK (ASV),
IR VISVAIRĀK PAZĪSTAMĀS
UN VISVAIRĀK LIETOTAIS
TEHNISKĀS NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJS**

iedarbības indeksus (BEI), par kuriem bija runa iepriekš. Tā pati asociācija izplata informāciju, uz kuras pamata balstās augšminētās TLV un

TLV – TWA
 aroda ekspozīcijas vidējā robežvērtība
 jeb vidējā vērtība laika periodā

Tāda kīmiskās vielas koncentrācija darba vides gaisā, kura visā darba laikā, strādājot 8 stundas dienā, bet ne vairāk kā 40 stundas nedēļā, vairākumam darbinieku neizraisa sa slimšanu un novirzes veselībā. TWA ir visbiežāk izmantojamais TLV normatīvais rādītājs.

TLV – C (CEILING)
 Augšējā robežvērtība

Koncentrācija, kuru nedrīkst pārsniegt nekādā gadījumā. Vispārējā higiēnas prakse pieļauj šīs vērtības pārbaudei izmantošā parauga ķemšanas laiku ne ilgāku par 15 minūtēm, izņemot gadījumus, kad viela var izsaukt momentānu spēcīgu kairinājumu vai iedarbību pat vēl isākā iedarbības laikā.

TLV – STEL
 Short Term Exposure Limit (negatīvas iedarbības īslaicīga vērtība)
 jeb aroda ekspozīcijas īslaicīgā vērtība

Tiek definēta kā vidējā negatīvu iedarbību izraisoša koncentrācija 15 minūšu garā laika periodā, kura nekādā gadījumā nedrīkst tikt pārsniegta darba dienas gaitā, pat ja iedarbības vidējā vērtība 8 darba dienas stundās ir zemāka par TLV – TWA. Tā nedrīkst atkārtoties vairāk kā 4 reizes dienā un starp divām viena otrai sekojošām iedarbības reizēm ir jāpaiet laikam, kurš nav īsāks par 60 minūtēm. Vielu skaits, kurām ir norādīts STEL, pēdējos izdevumos pastāvīgi saīsinās, jo nav pieejami pietiekoši toksikoloģiskie dati. To vietā tiek uzrādītas vērtības, kuras uzrāda robežas pieļaujamām novirzēm no vidējās vērtības. Šīs robežvērtības pamatojas uz orientējošiem aprēķiniem, kuri veikti, izmantojot statistiskos datus, saskaņā ar sekojošu rekomendāciju: īslaicīgās iedarbības vērtība var trīs reizes pārsniegt TLV – TWA vērtību ne vairāk kā 30 minūšu ilgamā darba dienas laikā un, nekādā gadījumā, nedrīkst to pārsniegt 5 reizes, ņemot vērā, ka TLV – TWA darba dienas vērtība netiek pārsniegta.

BEI vērtības (Documentation of Threshold Limit Values – dokumentācija par sākotnējām robežvērtībām). Šīs informācijas izpratne ir nepieciešama, lai pareizi pielietotu TVL un BEI.

TLV ķīmiskajiem aģentiem izsaka tādu dažādu vielu koncentrāciju gaisā, kuru nepārsniedzot, vairākums darbinieku var atrasties dotajā vidē, negūstot draudus veselībai. Tā kā reakcijas var būt individuālas, ir pieļaujams, ka, pastāvot šādām vai zemākām koncentrācijām, ziņāms skaits darbinieku var sajust vieglu negatīvo ietekmi, bet ļoti retos gadījumos var saastināties agrāk pārciestās slimības vai izraisīties

arodsaslimšanas. Nemot vērā šādu ķīmisko vielu ietekmes atšķirību uz dažādiem cilvēkiem, tiek noteikti dažādi TLV vērtību tipi.

Ja TLV sarakstos kādai vielai ir norāde «caur ādu» (skin), tas nozīmē, ka pastāv potenciāla iespēja šai vielai uzsūkties caur ādu.

Kancerogēnas vielas speciāli tiek atzīmētas ar burtu «A» un ir sadalītas vairākās grupās.

Katrā TLV izdevumā tiek ietverta sadaļa «Priekšlikumi izmaiņu ieviešanai», kurā publicēts to vielu saraksts, kurām TLV tiek noteikts pirmo reizi vai kurām tiek piedāvāts izmainīt vērtības vai izmantotos raksturielumus.

ES NORMATĪVIE AKTI

Sākot ar 1978.gadu ES Padome ir pieņemusi dažādas direktīvas un rezolūcijas, kuras attiecas uz darba drošību un darbinieku veselības aizsardzību. Vienlaicīgi tika nodibināta Konsultatīvā komiteja darba drošības, darbinieku higiēnas un veselības aizsardzības jautājumos.

Darba aizsardzības pamatprasības ir noteiktas ES 1989. gada 12. jūnijs «jumta» direktīvā Nr. 89/391/EEC par pasākumu ieviešanu, kuri uzlabo darbinieku drošību un veselības aizsardzību viņu darba vietās, kuras prasības ir iestrādātas Darba aizsardzības likumā (20.06.2001.). Šī direktīva detalizēti apraksta darba devēju un darbinieku pienākumus un darbojas kā regulējoša direktīva.

Pastāv komiteja, kura nodarbojas ar Direktīvas Nr. 89/391/EEC tehnisko ieviešanu

un izskata priekšlikumus par maksimālo pieļaujamo vērtību ieviešanu. Ir arī zinātniskas un citas atbilstošas komitejas, kuras nodarbojas ar ES likumdošanas pastāvīgu uzlabošanu. Šādas darbības piemērs ir direktīva Nr. 91/322/EEC, kura nosaka robežvērtības 27 vielām (skat. tabulu) 8 stundu periodam un kam ir normatīvu raksturs, kā arī direktīva Nr. 91/382/EEC, kura nosaka jaunu robežvērtību azbestam (MK noteikumi Nr. 399 (2002.)).

ES REALIZĒ SVARĪGU
LIKUMRADOŠU DARBĪBU
DARBA HIGIĒNAS JOMĀ

LATVIJAS NORMATĪVIE AKTI

Eiropas direktīvās definētie principi par darba drošību un nodarbināto veselības aizsardzību, saskaroties ar kīmiskām vielām darba vietās, ir iestrādāti Latvijas normatīvos dokumentos (likumos, MK noteikumos, standartos, rīkojumos). ES darba drošības un veselības aizsardzības standartu ieviešanas process pašlaik ir darbībā. Svarīgākie normatīvie dokumenti, kas izdoti Latvijā kīmisko vielu un kīmisko produktu veselības riska novēršanā un mazināšanā ir:

Darba likums – nosaka darba devēja atbildību par higiēnisko un medicīnisko pasākumu ieviešanu darbinieku veselības saglabāšanai;

Darba aizsardzības likums – garantē nodarbināto drošību un veselības aizsardzību darbā, nosakot darba devēju, nodarbināto un valsts institūciju pienākumus, tiesības un savstarpējās attiecības darba aizsardzībā.

Saskaņā ar Darba aizsardzības likumu izdotie MK noteikumi par kīmisko vielu un kīmisko produktu riska novēršanu un samazināšanu:

- Darba vides iekšējās uzraudzības veikšanas kārtiba (Nr. 379 (2001.));
- Darba aizsardzības prasības darba vietās (Nr. 125 (2002.));
- Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar kīmiskām vielām darba vietās (Nr. 399 (2002.); pakārtots arī Kīmisko vielu un kīmisko produktu likumam);
- Par obligāto veselības pārbaudi un apmācību pirmās palīdzības sniegšanā (Nr. 86 (1997.) ar saistošo LM rīkojumu Nr. 8 (1998.));

– Darba aizsardzības prasības darbā ar azbestu (Nr. 373 (2002.)).

Kīmisko vielu un kīmisko produktu likums nodrošina informāciju par kīmisko vielu īpašībām un bīstamību. Likumam saistībā ar kīmisko vielu un kīmisko produktu riska novēršanu un samazināšanu pakārtoti sekojoši MK noteikumi:

- Kārtība, kādā aizpildāmas un nosūtāmas kīmisko vielu un kīmisko produktu drošības datu lapas (Nr. 418 (1998.));
- Kīmisko vielu un kīmisko produktu klasifikācijas, markēšanas un iepakošanas kārtība (Nr. 107 (2002.));
- Noteikumi par bīstamo kīmisko vielu un kīmisko produktu lietošanas un tirdzniecības ierobežojumiem un aizliegumiem (Nr. 158 (2000.));
- Noteikumi par izglītības līmeni, kas nepieciešams darbu veicējam, kurš veic uzņēmējdarbību ar bīstamajām kīmiskajām vielām un kīmiskajiem produktiem (Nr. 99 (2001.));
- Noteikumi par būtiskām prasībām mazgāšanas un tīrišanas līdzekļiem un īpašiem ierobežojumiem vai aizliegumiem attiecībā uz darbībām ar tiem (Nr. 191 (2001.));
- Rūpniecisko avāriju riska novērtēšanas kārtība un riska samazināšanas pasākumi (Nr. 259 (2001.)).

**LATVIJAS DARBA UN DARBA
AIZSARDZĪBAS LIKUMDOŠANA
TIEK SASKĀNOTA AR
ATTIECĪGĀM ES NORMĀM**

LATVIJĀ UN DAŽĀS VALSTĪS LIETOŠANAI PIEŅEMTIE ARODA EKSPOZĪCIJAS NORMATĪVI

Dažās Eiropas valstīs ir savi nacionālie normatīvi, kuriem par pamatu reizēm tiek ņemtas ASV AVRHK piedāvātās vērtības. Šiem normatīviem ir atšķirīgas noteiktās likumīgās robežas, kā tas ir novērojams Spānijā. Tabulā ir doti raksturlielumi, kuri ir pieņemti Vācijā, Lielbritānijā, Zviedrijā un ASV dažādās likumdošanas institūcijās, ieskaitot PEL vērtības (Permissible Exposure Limits – negatīvās ekspozīcijas jeb iedarbības pielaujamās robežas), kuras ir noteikusi Nodarbinātības un Veselības Aizsardzības administrācija (NVAA) un kā tehniskos kritērijus ieteikušas NDDVI un AVRHK. Tabulā pievienoti Latvijā noteiktie AER (8 stundu un īslaicīgie).

Latvijā atbilstoši Darba aizsardzības likumam un MK noteikumiem Nr. 399 (2002.) ir noteiktas aroda ekspozīcijas robežvērtības, kas ietvertas Latvijas valsts standartā LVS 89:1998 «Ķīmisko vielu aroda ekspozīcijas robežvērtības darba vides gaisā». Standarts nosaka ķīmisko vielu aroda ekspozīcijas robežvērtības (AER) darba vides gaisā, metodes un procedūras aroda ekspozīcijas koncentrācijas noteikšanai un attiecas uz jebkuru darba viidi, kurā atrodas darbinieks, pildot darba pienākumus. Standartā iekļautas uz tā izdošanas brīdi ES pieņemtās aroda ekspozīcijas robežvērtības darba vides gaisā saskaņā ar direktīvām 91/322/EEC un 96/94/EEC. Standarts ietver arī Labklājības ministrijas apstiprinātos higiēnas noteikumos darba vides gaisam AER lielums 608 ķīmiskām vielām un pagaidu AER 9 plaši lietojamām ķīmiskām vielām, kuri noteikti pēc Eiropas valstu normatīviem lielumiem. Divās sekojošās tabulās dotas AER ķīmiskām vielām, kuras pieņemtas minētajās ES Direktīvās.

Latvijā ir noteikti (MK noteikumi Nr. 399/2002.) bioloģiskās ekspozīcijas rādītāji (BER) svinam, dzīvsudrabam, kadmijam, hromam, organiskiem šķidinātājiem (benzolam, toluolam un stirolam) un fosfororganiskiem

savienojumiem:

1. BER svinam (Pb):
 - 1.1. asinīs ir 40 μg Pb/100ml (references liebums – svina koncentrācijai asinīs aroda neeksponētai populācijai $\leq 10 \mu\text{g}/100\text{ml}$). Atkārtota asins analīze tiek veikta pēc 2 mēnešiem, ja svina līmenis ir 40–60 $\mu\text{g}/100\text{ml}$, ja svina līmenis ir $>60 \mu\text{g}/100\text{ml}$, nepieciešama pārcelšana darbā, kur nav saskares ar svinu, veselības aprūpe un atkārtota Pb līmeņa kontrole.
 - 1.2. kliniskā asinsaina, retikulocīti un bazo-filu punktainā graudainība eritrocītos;
 - 1.3. koproporfirīns urīnā – 100 $\mu\text{g/g}$ kreatīnīna (references liebums 22–57 $\mu\text{g/g}$ kreatīnīna);
 - 1.4. aminolevulīnskābe urīnā 5 mg/g kreatīnīna (references liebums 0,5–2,5 mg/g kreatīnīna).
2. BER dzīvsudrabam (Hg):
 - 2.1. asinīs ir 15 μg Hg/l, (references liebums – dzīvsudraba koncentrācijai asinīs aroda neeksponētai populācijai $\leq 1 \mu\text{g/l}$);
 - 2.2. urīnā – 35 μg Hg/g kreatīnīna jeb 50 μg Hg/l, (references liebums – dzīvsudraba koncentrācijai urīnā – $<5 \mu\text{g}$ Hg/g kreatīnīna jeb 3,5 $\mu\text{g/l}$).
3. BER kadmijam (Cd):
 - 3.1. asinīs ir 5 μg Cd/l (references liebums – kadmija koncentrācijai asinīs aroda neeksponētai populācijai (nesmēķētājiem) $\leq 1 \mu\text{g/l}$;
 - 3.2. urīnā – 5 μg Cd/g kreatīnīna jeb 6 $\mu\text{g/l}$ (references liebums – kadmija koncentrācijai urīnā aroda neeksponētai populācijai (nesmēķētājiem – $\leq 0,5 \mu\text{g/l}$).
4. BER hromam (Cr) urīnā – 10 μg Cr/g kreatīnīna, mainoties maiņas laikā, (references liebums – kopējā hroma koncentrācijai asinīs aroda neeksponētai populācijai $\leq 0,5 \mu\text{g/l}$, urīnā – $\leq 0,5 \mu\text{g/l}$).

5. Organiskiem šķīdinātājiem (benzols, toluols, stirols) nosaka to metabolitus un/vai kīmisko vielu:
- 5.1. benzols – urīnā maiņas beigās fenolu, BER 25 µg/g kreatinīna ;
- 5.2. toluols – urīnā maiņas beigās hipurskābi, BER 1,6 g/g kreatinīna; – asinīs

- toluolu, BER 0,05 mg/l;
- 5.3. stirols – urīnā maiņas beigās mandel-skābi, BER 0,8 g/g kreatinīna; asinīs stirolu, BER 0,55 mg/l.
6. Fosfororganiskiem savienojumiem nosaka holinesterāzes aktivitāti eritrocītos, BER 70% no bāzes līmeņa.

DAŽI VIDES NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJU IEVIEŠANAS UN PIELIETOŠANAS ASPEKTI

ieviešot maksimālās pieļaujamās robežvērtības, ir jāņem vērā divi galvenie aspekti: maksimālās pieļaujamās vērtības tips (augšējā robežvērtība, vidējā vērtība) un tās mērišanas procedūra. Ja abi aspekti ir neskaidri formulēti, tehniski ir ļoti grūti garantēt to ievērošanu.

No otras puses, lai precīzi novērtētu risku, kuru veselībai rada kīmiskās piesārņotāja vielas klātbūtne gaisā mērījumos noteiktās koncentrācijās, ir jānovērš sekojošas nenoteikības:

- veiktās paraugu atlases reālā reprezentatīvītā;
- izmantojamās analitiskās metodes precizitāte (paraugu ņemšana un to analīze);
- drošības pakāpe, kuru veselības aizsар-

dzībai sniedz pati izvēlētā maksimāli pieļaujamā vērtība (novērtēšanas kritērijs);

- citi aspekti, kuri tieši vai netiesi var ietekmēt riska novērtēšanu, piemēram, darba sloodze (ja tā jau neietilpst novērtēšanas kritērijā), paradumi un negatīvās ietekmes ārpus darba vietas.

Ja novērtēšanas kritērijs nav saistīts ar normatīviem dokumentiem vai konkrētām instrukcijām par tā ieviešanu un pielietošanu, tad tas tiek pielietots kā rekomendējoša un orientējoša vērtība.

**TEHNISKI IR ĀRKĀRTĪGI GRŪTI
NODROŠINĀT GARANTIJAS
NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJA PIELIETOŠANĀ**

LATVIJĀ UN DAŽĀS CITĀS VALSTĪS LIETOŠANAI PIENEMTIE ARODA EKSPOZICIJAS NORMATĪVI								
Valsts Organizācija	Maksimālā vidējā pielaujamā robežvērtība laika periodā	Īslaicigi pielaujamā robežvērtība	Augšējā robežvērtība	Robežvērtību pielaujamās izmaiņas	Uzsūkšanās caur ādu	Kancerogēns	Alergēns	Risks grūtniecielai
Amerikas Savienotās valstis NDDVI AVRHK NDAA	REL – TWA 10 h / dienā		REL – augšējā rob. 15 min		Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums		
	TLV – TWA 8 h / dienā 40 h / nedēļā	TLV – STEL 15 min. < 4 reizes / dienā 60 min. starp reizēm	TLV – augšējā rob. Maks.konc. (analize 15 min.)	3 x TWA < 30 min. / darba dienā 5 x TWA maks.	Speciāls apzīmējums	A1: apstiprinās cilvēkiem; A2: iespējams cilvēkiem		
	PEL – TWA 8 h / dienā 40 h / nedēļā	PEL – STEL 15 min.	PEL – augšējā rob. Maks. konc. (analize 15 min.)		Speciāls apzīmējums			
Vācija DFG	MAK 8 h / dienā 40 h / nedēļā			Piecas kategorijas I – V	Speciāls apzīmējums	A1: pārbaudīts uz cilvēkiem A2: pārbaudīts uz dzīvniekiem B: visticamāk iesp.	Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums. Četras grupas: A, B, C, D
Lielbritānija HSC	MEL un OES 8 h / dienā	MEL un OES 10 min.			Speciāls apzīmējums			
Zviedrija NBOSH	LLV 8 h/dienā	STV 15 min.	CLV 15 min.		Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums	
LATVIJA Standartizācijas Tehniskā komiteja «Darba vide»	*AER 8h/dienā	*AER – īslaicīgā (15 min)			Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums

DFA – Deutsche Forschungsgemeinschaft; MAK – Maximale Arbeitsplatz Konzentrationen; HSC – Health and safety Commission; MEL – Maximum Exposure Limits; OES – Occupation Exposure Standards; NBOSH – National Board of Occupational Safety and Health; LLV – Level Limit Value; STV – Short Term Value; CLV – Ceiling Limit Value.

AER Latvijā ar likumdošanu ir iekļautas obligātajā darba aizsardzības sfērā un tām ir reglementējošs (obligāts) raksturs.

**LATVIJAS STANDARTĀ LVS 89:1998 IEKLAUTĀS EIROPAS SAVIENĪBĀ
PIEŅEMTĀS ARODA EKSPOZĪCIJAS ROBEŽVĒRTĪBAS DARBA VIDES GAISĀ
(SASKANĀ AR 1991. GADA 29. MAIJA DIREKTĪVU 91/322/EEC)**

VIELAS NOSAUKUMS	ARODA EKSPOZĪCIJAS ROBEŽVĒRTĪBA (AER)	
	mg/m	ppm
Acetonitrils	70	40
Etiķskābe	25	10
Skudrskābe	9	5
Skābeņskābe	1	—
Pikrīnskābe	0,1	—
Bārijs (šķistošie savienojumi, kā Ba) *	0,5	—
Broms *	0,7	0,1
Cianamīds *	2	—
Kreozols (visi izomēri) *	22	5
Dietilamīns	30	10
Kalcija hidroksīds *	5	—
Ogļskābā gāze (oglekļa dioksīds)	9000	5000
Alva (neorganiskie savienojumi, kā Sn) *	2	—
Litija hidrīds *	0,025	—
Metanolis	260	200
Slāpeķja oksīds	30	25
Naftalīns	50	10
Nikotīns *	0,5	—
Nitrobenzols	5	1
Piretrum (augu izcelsmes daudzkomponentu insekticīds)	5	1
Fosfora (5) hlorīds (fosfora pentahlorīds) *	1	—
Fosfora (5) oksīds (difosfora pentoksīds) *	1	—
Fosfora (5) sulfīds(difosfora pentasulfīds) *	1	—
Piridīns *	15	5
Sudrabs (šķistošie savienojumi, kā Ag) *	0,01	—
Platīns (metāliskais) *	1	—
Rezorcinols *	45	10

* – zinātniskie fakti par to iedarbību uz veselību ir joti ierobežoti

LATVIJAS STANDARTĀ 89:1998 IEKLAUTĀS EIROPAS SAVIENĪBĀ PIENEMTĀS ARODA EKSPOZĪCIJAS ROBEŽVĒRTĪBAS DARBA VIDES GAIŠĀ (SASKAŅĀ AR 1996. GADA 18. DECEMBRA DIREKTĪVU 96/94/EEC)				
Viela	Aroda ekspozīcijas robežvērtības (AER)			
	8 st		Īslaicigi	
	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm
Etilamīns	9,4	5	—	—
Hlordifluormetāns	3600	1000	—	—
Propionskābe; Propānskābe	31	10	62	20
1,2,4-Trimetilbenzols	100	20	—	—
Kumols; Izopropilbenzols	100	20	250	50
Alilspirts; 2-Propēn-1-ols	4,8	2	12,1	5
2-Metoksi-1-metil-ethylacetāts	275	50	550	100
Mezitilēns; 1,3,5-Trimetilbenzols	100	20	—	—
Heptan-2-ons; Metilpentilketons	238	50	475	100
1,2,4-Trihlorbenzols	15,1	2	37,8	5
Izopentilacetāts; Izopentiletanoāts	270	50	540	100
Dimetilamīns	3,8	2	9,4	5
N,N-Dimetilacetamīds	36	10	72	20
1,2,3-Trimetilbenzols	100	20	—	—
1-Metilbutilacetāts; 1-metilbutiletanoāts	270	50	540	100
Pentilacetāts; pentiletanoāts	270	50	540	100
3-Pentilacetāts 3-Pentiletanoāts	270	50	540	100
Terc-Amilacetāts; Etiķskābes terc-pentilēsteris	270	50	540	100
Hlorūdeņradis	8	5	15	10
Orto-fosforskābe	1	—	2	—
Selēnūdeņradis	0,07	0,02	0,17	0,05
Bromūdeņradis	—	—	6,7	2
2-Metoksimetiletoksi-propanols	308	50	—	—

LVS 89:1998 ir jāienes papildinājumi un labojumi pamatojoties uz Direktīvu 2000/39/EC, kurā dažām vielām ir noteikti stingrāki normatīvi kā standartā dotie.

Darba aizsardzības statistika
<http://osha.lv>

ĶĪMISKIE PIESĀRŅOTĀJI: IEDARBĪBAS KONTROLE

5

VISPĀRĒJIE PRINCIPI

Iepriekšējās nodaļās mēs uzzinājām, ka ķīmisko piesārņojumu iedarbība darba vidē var radīt risku darbinieku veselībai un, ka šī riska pakāpe lielā mērā ir atkarīga no piesārņojuma vielas koncentrācijas un tās iedarbības laika.

Lai aizkavētu ķīmisko piesārņotāju iedarbību uz nodarbināto veselību, jāveic to koncentrācijas un iedarbības laika samazināšanas pasākumi. No otras puses, lai kāda ķīmiska viela varētu iekļūt plaušās, tai jāatrodas gaisā dispersā stāvoklī. Piesārņojuma avots ir iekārta vai ierīce, no kuras ķīmiskā viela izplatās apkārtējā darba vidē. Piesārņojuma vielai atrodties un izplatoties darba vides gaisā, tā var nonākt darbinieka elpošanas zonā un no turienes nokļūt viņa plaušās.

Svarīgākie profilaktiskie pasākumi, kurus jāveic ķīmisko vielu izsauktā riska samazināšanai, ietver darbības, kuras vērstas uz piesārņojuma avotu, un darbības, kuras vērstas uz apkārtējo ražošanas vidi kopumā.

Nodarbinātā pašaizsardzības stimulēšana, informācijas saņemšana un apmācība ir ļoti svarīgi profilaktiski pasākumi.

Viena no visbiežāk lietojamām (kaut arī ne vienmēr pareizākajām) ķīmisko piesārņotāju iedarbības riska samazināšanas metodēm ir individuālās aizsardzības līdzekļu lietošana. Ņemot vērā šī jautājuma svarīgumu, tam tiks veltīta atsevišķa nodaļa, tāpēc pašlaik šo tēmu neaizskarsim.

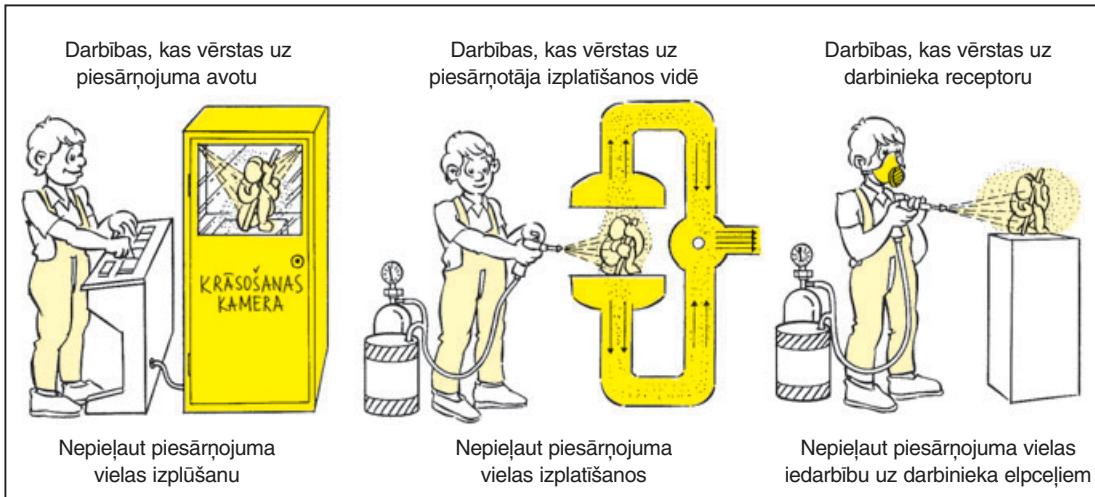
DARBĪBAS, KURAS VĒRSTAS UZ PIESĀRŅOJUMA AVOTU

Izmaiņu ieviešana ražošanas procesā

Nopietnu izmaiņu ieviešana jau ekspluatējamā ražošanas procesā ir saistīta ar lieliem izdevumiem un vēl lielāku pretestību šai darbībai. Tehniskie speciālisti, kuri ir izstrādājuši šo procesu, parasti nepiekrit tam, ka projektā nav ķemti vērā noteiktī riski, kuri pēc tam

ikdienas darba gaitā kļuvuši acīmredzami. Lielie izdevumi tiek izmantoti kā arguments, lai atbalstītu to speciālistu pozīcijas, kuri uzskata, ka veikt kādas nopietnas izmaiņas ir nereāli.

Tomēr tehnoloģijas vēsturē ir daudz piemēru, kuri pierāda, ka panākt izmaiņas ilgākā perspektīvā, ir pilnīgi iespējams.



Visiem zināms piemērs ir azbests, kurš pēkšni pārstājis būt par brīnišķigu un neaizvietojamu materiālu, par kādu tas tika uzskatīts pirms četrdesmit pieciem gadiem. Tā izmantošana praktiski ir aizliegta, vismaz ļoti ierobežota. Un šī aizlieguma dēļ nekādas katastrofas nav notikušas. Citu analogisku gadījumu mēs saskatām nākotnes perspektīvā, aizliedzot izmantot smilšu strūklas tehnoloģijas, kuras būs jāaizvieto citām, attiecībā pret darbiniekiem mazāk agresīvām tehnoloģijām. Tomēr jāatzīst, ka nopietnas izmaiņas ražošanas procesā ļoti bieži patiesām var būt neizpildāmas. Tas neizslēdz daļēju izmaiņu ieviešanu, kuras var izrādīties pietiekoši efektīvas darbinieku aizsardzībai.

**IZDARĪT IZMAIÑAS
RAŽOŠANAS PROCESĀ
NE VIENMĒR IR IESPĒJAMS,
BET BIEŽI NAV ARĪ NEIESPĒJAMS**

Viena no izmaiņām ražošanas procesā, kura ļoti bieži var sniegt vēlamo rezultātu, ir viena ķimiska produkta **aizvietošana** ar citu, mazāk toksisku. Tas īpaši attiecas uz palīgmatrāliem, piemēram, šķīdinātājiem. Pret šādu iespēju parasti arī tiek izvirzīti iebildumi, atsaucoties uz to, ka iespējamie aizvietotāji vienkār-

ši neeksistē, bet ja tādi pastāv, tad tie ir daudz dārgāki, utt. Tomēr zināmi neskaitāmi piemēri aizvietošanai, kura tika veikta tāpēc, lai aizsargātu darbinieku veselību. Benzola izslēgšana no krāsu sastāva un tā aizvietošana ar mazāk agresīvu šķīdinātāju, vai citu hloru saturošo šķīdinātāju izmantošana tradicionālā un pārāk toksiskā trihloretilēna vietā – tie ir tikai divi plašāk pazīstamie gadījumi, un tie, protams, nav vienīgie.

Pirms pabeigt šo nodaļu, gribētos atgādināt, ka jebkurš profilaktisks pasākums attiecībā pret jau ekspluatācijā esošām iekārtām, vienmēr būs daudz mazāk efektīvs un daudz dārgāks, nekā tad, ja tas būtu paredzēts jau projekta stadijā, kas ļautu to integrēt iekārtās, tā vietā lai vēlāk nodarbotos ar klasisko laužu un āmura pielietošanu. Tāpēc daži lielākie uzņēmumi jau projekta stadijā iesaista darbiniekus, kuri vēlāk būs iekārtu «lietotāji», kuri uz šim iekārtām strādās. Darbinieku pieredze, ko viņi ieguvuši strādājot ar analogiskām iekārtām, palīdz uzrādīt un jau pašā sākumā novērst problēmas, par kurām tehniskie speciālisti savos kabinetos bieži aizmirst.

**VISLABĀKIE
RISINĀJUMI TIEK IETEIKTI
PROJEKTĒŠANAS STADIJĀ**

Izolēšana

Viena no visbiežāk izmantotajām metodēm ir tās operācijas vai operāciju izolēšana, kuras ietver potenciālu piesārņojuma radīšanu, no citām atdalītā telpā. Atsevišķā telpā kļūst iespējama specifisku profilakses pasākumu pielietošana daudz efektīvāk un ekonomiskāk nekā gadījumā, ja šīs operācijas tiktu veiktas kopējās ražošanas platībās. Vienlaicīgi tas ļauj samazināt un ierobežot to cilvēku skaitu, kuri atrodas vai strādā dotajā telpā un tiek pakļauti riskam.

Tipisks piemērs ir tekstilrūpniecības krāsošanas cehi, pastāv arī citi mazāk pazīstami piemēri.



Likumdošanas normās (MK noteikumi Nr. 399 (2002.); Nr. 125 (2002.), Nr. 373 (2002.)) ir paredzētas prasības ražošanas telpām saskaroties ar bīstamām kīmiskām vielām, ietverot norādi par nepieciešamību tās izolēt, lai izvairītos no citu ražošanas telpu piesārņošanas.

Mitrināšanas metode

Strādājot ar materiāliem, kuri var būt putekļu avots, labs risinājums ir, tehnoloģiskās iespējamības gadījumā veikt operācijas lielā mitrumā. Tādas pieejas labs piemērs var būt metodes pielietošana urbšanas iekārtās, kaut arī, kā zināms, mitrināšanas galvenā nozīme ir apstrādājamās detaļas un urbja atdzesēšana. Dotajā gadījumā tehniskais risinājums sakrīt ar profilaktiskajiem pasākumiem.

Piemēram, urbujot tunēlus, kur praktiski ir ļoti grūti cīnīties ar vides piesārņojumu, jau kļuvis par parastu praksi pielietot urbšanas iekārtas ar ūdens strūklu, kura ievērojami pazemina putekļu daudzumu tuneļa atmosfērā.

Tehniskā apkalpošana

Pareizai tehniskai apkopei ir ļoti liela nozīme vides piesārņojuma koncentrācijas uzturēšanai pieļaujamās robežās. Acīmredzami tas ir attiecībā uz tehnoloģiskām iekārtām, kuras ir piesārņojuma avots (piemēram, neieelrots darba galds rada daudz vairāk trokšņa), bet tehniskai apkalpošanai ir vēl lielāka nozīme attiecībā uz iekārtām, kuras paredzētas profilaksei, piemēram, ventilācijas sistēma.

PROFILAKTISKĀM IEKĀRTĀM,
GLUŽI TĀPAT PERIODISKI
JĀVEIC TEHNISKĀ APKOPĒ

Veicot tehnisko apkopi, «dabiska» ir tendenze «atlīkt uz vēlāku laiku» to iekārtu apkalpošanu, kuras nav tieši saistītas ar ražošanu, piemēram, ventilatori, attīrišanas sistēmu filtri, utt. Ir jāpievērš sevišķa uzmanība, lai šīm iekārtām nodrošinātu tādu pašu tehnisko apkalpošanu kā pārējām iekārtām.

DARBĪBAS, KURAS ATTIECAS UZ VIELU IZPLATĪŠANĀS SAMAZINĀŠANU VIDĒ

Vispārējā ventilācija

Ja ražošanas telpas gaisā ir dūmu, putekļu vai citu piesārņotāju klātbūtne, parasti mēdz izmantot nosūces ventilatorus, kurus iebūvē sienās vai grieatos.

Tāda veida ventilācija tiek saukta par **vispārējo ventilāciju**, jo tās pielietošana ir vērsta uz piesārņojuma samazināšanu visā ventilējamajā telpā. Acīmredzot, sistēma ar tādām īpašibām nelauj precīzi kontrolēt piesārņotāja koncentrāciju dažādos darba telpas punktos. Tāpēc to **neiesaka lietot** gadījumos, kad konkrētā piesārņojuma viela ir pārāk toksiska vai, ja tās koncentrācija sasniedz lielu mus, kuri tuvi maksimāli pieļaujamajiem.

Vispārējā ventilācija ir jāuzskata par **pieļaujamu tikai** tajos gadījumos, kad piesārņojuma viela ir maz toksiska un gaisā atrodas nelielās koncentrācijās. Galvenokārt, to var izmantot sasmakuša gaisa izvadišanai no tādām telpām kā ofisi, montāžas cehi, utt.

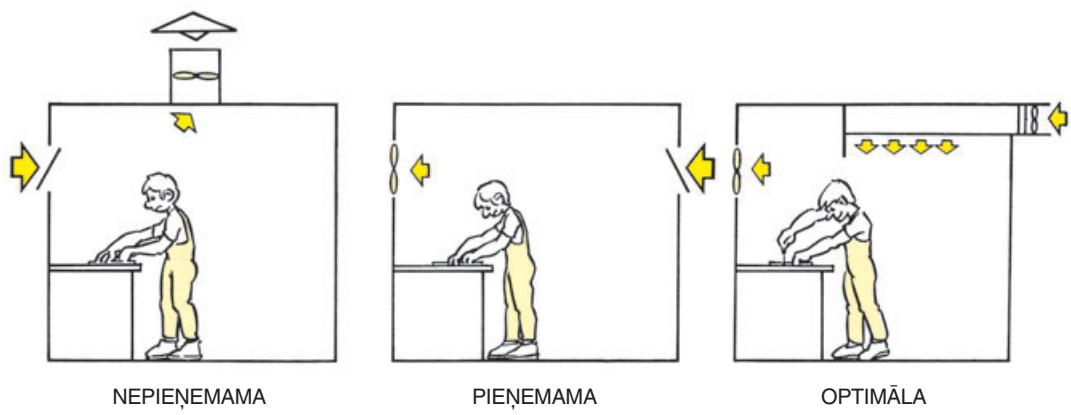
Vispārējai ventilācijai jāatbilst sekojošiem pamatprincipiem, kuru neievērošana padara to pilnīgi neefektīvu:

- ir jābūt paredzētai sistēmai, kura nodrošina izsūknētā gaisa apmaiņu ar tīru. Citiem vārdiem sakot, ir jāparedz gaisa pie-

plūde. Pretējā gadījumā, izsūknēšanas ventilatori ievērojami zaudē savu efektivitāti. Pat ja tie trokšnos un griezīsies, tie izsūknēs daudz mazāk gaisa, nekā paredzēts;

- nosūces ventilatoriem un atverēm gaisa ieplūšanai ir jābūt izvietotiem vairāk vai mazāk vienmērīgi pa visu ražošanas telpu. Pretējā gadījumā, noteiktos punktos ventilācija būs daudz spēcīgāka (iespējams pat, ka ventilācija būs lieka un izsauks nevajadzīgus caurvējus), nekā citos punktos;
- ja ir paredzēts samazināt konkrēta piesārņojuma vielas koncentrāciju, ir jāņem vērā, ka izsūknējamā gaisa tilpumam jāatbilst tam ģenerējamā piesārņojuma vielas daudzumam, kurš ieplūst telpas gaisā. Ieteicamie gaisa tilpumi ir ļoti atšķirīgi un ir atkarīgi no konkrētā piesārņojuma vielas. Ja piesārņojuma viela ir šķidinātājs, aizsūknējamā gaisa tilpums svārsts no 400 līdz 5000 kubikmetriem uz katru iztvaikojušo šķidinātāja litru, pie tam, katrā konkrētā gadījumā ir jākonsultējas ar speciālistu. Izsūcamā apjoma izskaitlošanai var lietot sekojošu formulu:

VISPĀRĒJĀ VENTILĀCIJA. GAISA PLŪSMU SADALIŠANĀS



$$Q = \frac{K \cdot G}{1000 \cdot C}$$

kur:

Q – ventilatora ražība, m^3/h ;

G – ģenerējamā piesārņojuma vielas daudzums (piemēram, iztvaikojušais šķidinātājs), g/h ;

C – maksimālā pieļaujamā koncentrācija vidē, mg/m^3 ;

K – koeficients, kura vērtība svārstās no 1 līdz 10. Konkrētā vērtība, kuru jāpielieto, ir atkarīga no procesa ilgu ma, strādnieka atrašanās attāluma no piesārņojuma avota utt.;

d) nepieciešams nodrošināt, lai izsūknētais piesārņotais gaisss atkal netiktu ievadīts telpā pa atverēm, kuras domātas svaiga gaisa ieplūšanai.

e) gaisa izplūšanas un ieplūšanas punktiem ir jābūt izvietotiem tādā veidā, lai gaisa plūsma ietu cauri piesārņotajai zonai. Darbiniekam ir jāatrodas starp gaisa ieplūšanas vietu un piesārņojuma avotu.

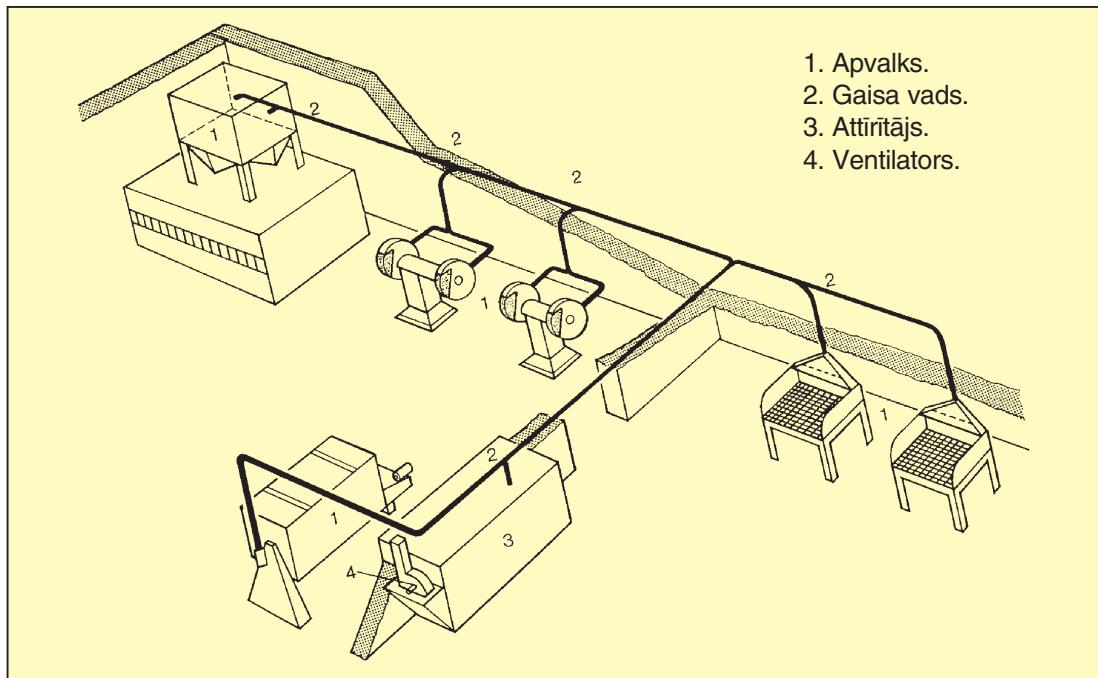
**KAD GAISS TIEK IZSŪKNĒTS NO TELPAS,
VIENMĒR IR JĀPAREDZ
ĀRĒJĀ GAISA PIEPLŪDE**

Vietējā ventilācija

Vietējā ventilācija, kuru sauc arī par vietējo nosūces ventilāciju, ir domāta piesārņojuma aizvadišanai no telpas apgabala, kurš atrodas tiešā piesārņojuma veidošanās vietas (piesārņojuma avota) tuvumā, tādā veidā ierobežojot tā izplatīšanos pa visu telpu.

Visvienkāršākais piemērs, ko pazīst visā pasaulei, ir nosūcēji virs virtuves plīts. Nosūcējs tiek izvietots tieši virs vietas, kur veidojas dūmi, lai pārvertu tos un neļautu tiem izplatīties pa visu virtuvi. Šis pats princips plaši tiek izmantots rūpniecībā.

Galvenā virtuves nosūcēja atšķirība no tiem, kurus izmanto rūpniecībā, ir to ļoti dažādās formas, kas atkarājas no piesārņojuma avota rakstura. Tādi, piemēram, ir mums jau pazīstamās krāsošanas kameras; sānu nosūces, ko izmanto virs hromēšanas vannām vai darbam



ar trihloretilēnu; apvalki cirkulārajiem zāģiem darbam ar kokmateriāliem un daudz kas cits.

Vietējās ventilācijas sistēma satur četrus pamatelementus:

- apvalks – sistēmas daļas, kuras uztver piesārņojumu un norobežo tā izplatīšanos telpā. Kaut arī to forma var būt visdažādākā, tām ir kopīgs nosaukums «apvalks» vai «kapuce»;
- gaisa vads – no apvalka piesārņotais gaisis tiek padots caur ventilācijas gaisa vadu sistēmu uz attīritāju;
- attīritājs – elements, kurš atdala piesārņojuma vielu no gaisa un izlaiž ārā tikai tīru gaisu (praksē tas ne vienmēr tiek uzstādīts). Apkārtējās vides aizsardzības prasība ir tāda, ka jebkurai vietējās ventilācijas sistēmai ir jābūt aprīkotai ar attīritāju;
- ventilators – sistēmā iemontēta nosūcoša iekārta, kura nodrošina gaisa cirkulāciju no apvalka pa gaisa vadu uz attīritāju.

Ja saka, ka vietējās ventilācijas sistēma strādā korekti, tas nozīmē, ka tiešā uztveršanai domātā piesārņojuma avota tuvumā piesārņojuma vielas koncentrācija ir līmenī, kurš paredzēts projektā. Tādā gadījumā saka, ka **nosūces ventilācijas sistēma ir efektīva**.

Lielāka vai mazāka vietējās nosūces ventilācijas sistēmas efektivitāte ir atkarīga no tās spējas veidot pietiekoši spēcīgu gaisa plūsmu piesārņojuma ģenerācijas punktā. Ja gaisa plūsmas ātrums būs pārāk mazs, daļu no piesārņojuma vielas uztvers citas gaisa plūsmas, kuras cirkulē telpā, un piesārņojuma viela tiks izplatīta apkārtējā vidē. Ja tieši pretēji ātrums būs pārāk liels, efektivitāte arī būs liela, bet tā būs saistīta ar lieku enerģijas patēriņu, troksnis tādā gadījumā ari būs lielāks, un iespējams tas izsauks nevajadzīgus caurvējus.

Ventilatora izvēle vietējai nosūces ventilācijas sistēmai ir principiāli nozīmīga, jo no šādas izvēles pareizibas ir atkarīga visas sistēmas funkcionešana.

Pretēji tam, kā varētu likties pirmajā acu uzmetienā, ventilators nav iekārta, kura pēc

tās iedarbināšanas nodrošina pastāvīgu ražību. Nav šaubu, ka šādu maldu rašanos veicina tas fakts, ka izgatavotāji parasti novieto uz ventilatoriem tabuliņu ar tā raksturlielumiem, kurā tiek norādīta **maksimālā ražība**. Bet tā ir ražība, ar kādu ventilators darbojas, ja tam nav pievienots gaisa vads. Pēc gaisa vada pieslēgšanas, ražība krit proporcionāli gaisa vada garumam un tā diametram. Tāpēc, izvēlēties ventilatoru, mēdz būt diezgan sarežģīti. Šim nolūkam ir nepietiekami izvēlēties ventilatoru, kura tabuliņā norādīta nepieciešamā ražība. Atkarībā no tā, kāda caurule tiks pievienota ventilatoram, lielākā vai mazākā mērā ventilatora ražība samazināsies attiecībā pret to, kura norādīta tabuliņā.

No visa augšminētā var izdarīt vienu secinājumu: ventilators ir kā uzvalks, kas uzšūts pēc konkrētiem izmēriem. Katrā gadījumā ir nepieciešams sava ventilators un nedrīkst izmantot «to, kurš palicis blakus cehā, kur mēs novācām veco krāsošanas kameru». Ja rīkosimies šādā veidā, tad gandrīz pilnīgi droši var apgalvot, ka ventilācijas sistēma būs mazefektīva.

**VENTILATORS IR KĀ UZVALKS,
KAS UZŠŪTS PĒC IZMĒRIEM:
KATRAI NOPLŪDES SISTĒMAI
IR NEPIECIEŠAMS SAVS**

Vietējās nosūces ventilācijas sistēmas efektivitāte nav kaut kas tāds, ko var izvēlēties, neizdarot nepieciešamos mērījumus. Var ieteikt dažus vienkāršus nosacījumus, kurus neievērojot, sistēma būs neefektīva:

- sistēmu ir jāprojektē un jāuzstāda pieredzējušam speciālistam. Lielākajai daļai uzņēmumu šatos tāda speciālista nav. Tāpēc, vairumā gadījumu ir jālūdz palīdzība citās kompānijās;
- izdarot pasūtījumu, nepieciešams norādīt piesārņojuma vielas koncentrāciju, kuru jānodrošina katrā darba vietā. Ja to neizdara, bet norāda tikai, piemēram, ražību, tad vēlāk no piegādātāja pieprasīt jebkādas izmaiņas nebūs iespējams, pat tajā

**JEBKURAI VENTILĀCIJAS SISTĒMAI
JĀUZSTĀDA PRASĪBAS
PAR PIESĀRŅOJUMA VIELAS
NEKAITĪGU KONCENTRĀCIJU
VISĀS DARBA VIETĀS**

- gadījumā, ja sistēma nebūs pietiekoši efektīva;
- c) gaisa vada līkumiem un savienojumiem jābūt ar lielu rādiusu, nevis asiem. Asi līkumi gaisa vadā ir slikta projekta vai sliktas tā realizācijas rādītājs;
 - d) ja dūmi tiek izvadīti pa ventilācijas cauruli, tad to ieplūde (nosūce) ventilācijas vadā jānodrošina jebkurā punktā, kur ġenerējas piesārņojuma viela. Pretējā gadījumā nosūcamā gaisa apjoms var būt nepietiekošs, lai iesūktu visu izveidojušos piesārņojumu;
 - e) uzņēmuma speciālistiem ir periodiski jā-pārbauda, vai sistēma funkcionē tikpat efektīvi, kā tad, kad tā bija jauna. Ľoti bieži gadās tā, ka ventilācijas sistēmu tehniskajam stāvoklim netiek pievērsts tikpat daudz uzmanības kā pārējam aprīkojumam un iekārtām, un, kad efektivitāte krītas, to neviens neievēro;

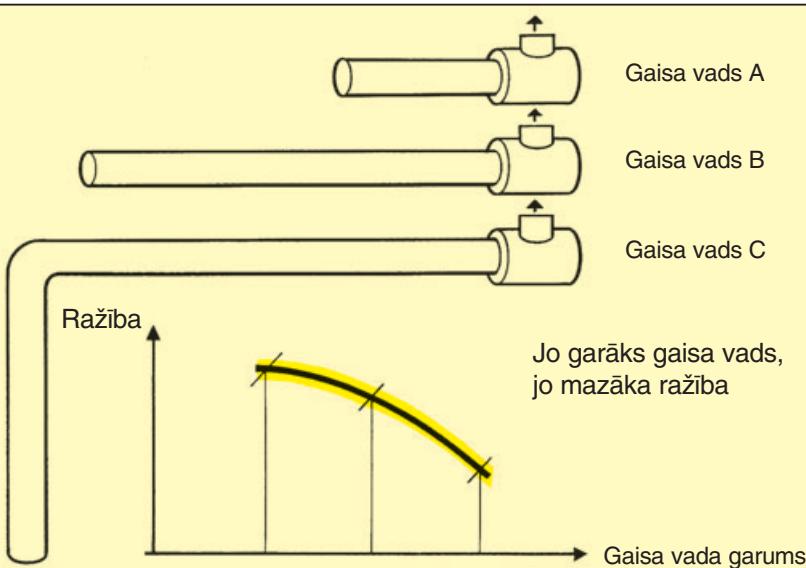
f) kad izprojektētai un jau sekmīgi ekspluatējamai sistēmai pievieno jaunus gaisa vadus, lai tādā veidā novērstu piesārņojumu, kuru rada jaunas iekārtas vai procesi, tad ventilācijas sistēma visticamāk pārstās pareizi funkcionēt un tās efektivitāte, attiecībā pret iepriekš uzstādīto aprīkojumu, samazināsies. Tāda un tamlīdzīga sistēmas pārbūve jāveic ventilācijas sistēmu speciālista uzraudzībā.

**PERIODISKI JĀVEIC
VENTILĀCIJAS SISTĒMU
TEHNISKĀ APKOPE**

Uzkopšana

Uzkopšana ir svarīgs profilaktisks pasākums, ja darbi tiek veikti ar piesārņojuma vielu, kura noklāj grīdu, nosēžas uz iekārtām un konstrukcijām, bet no turienes atkal var nonākt apkārtējā vidē. Tāda pāreja ir iespējama, pateicoties gaisa strāvām, kuras rada ventilācijas sistēma vai cilvēku un priekšmetu pārvietošanās.

Svarīgi ir uzturēt ideālu tirību, ja darbi tiek veikti ar paaugstināta toksiskuma pulverveida



vielām, tādām kā svins, cements vai azbests. Tāpēc attiecībā uz azbestu, normatīvajos aktos (MK Nr. 373 (2002.)) tiek pieprasīts, lai «darba devējs līdz minimumam samazina azbesta ietekmi uz nodarbināto drošību un veselību, veicot kolektīvos aizsardzības pasākumus», to skaitā: «darba procesu plānošana, lai izvairītos no azbesta šķiedras saturošiem putekļiem darba vides gaisā, tos savācot iespējami tuvu izmetes vietai un darba vietu aprīkojot ar vietējās nosūces ventilāciju; regulāra un efektīva ēku, darba telpu un iekārtu tīrišana un apkalpošana». Arī darba apģērbs ir rūpīgi jātira, jo tajā var uzkrāties šī piesārņojuma viela, un pēc tam atkal noklūt atmosfērā, paša darbinieka kustības rezultātā.

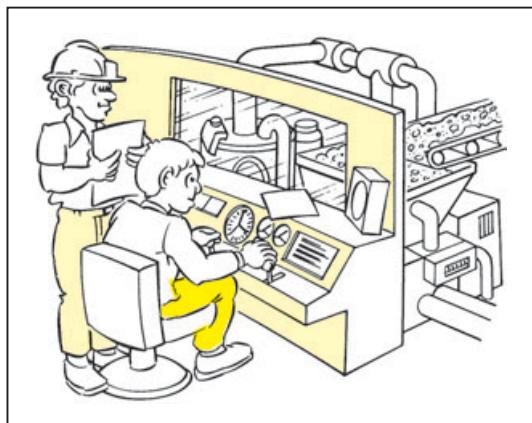
Darbs ar metālisku dzīvsudrabu ir jāpiemin sakarā ar tā sevišķo bīstamību. Dzīvsudrabs ir metāls, kurš normālos apstākļos atrodas šķidrā stāvoklī un, kad tas tiek netišām izliets un noklūst uz grīdas, tas sašķist daudzos sīkos, gan drīz neredzamos pilienos. Tā kā dzīvsudrabs viegli iztvaiko, tad katrs no dzīvsudraba pilieniem kļūst par piesārņojuma avotu. Iztvaikojot dzīvsudrabs piesārņo apkārtējo vidi pavism nemanāmi, jo tam nav smaržas. Tādā veidā ir notikuši smagi saindēšanās gadījumi, jo dzīvsudraba koncentrācija gaisā šai gadījumā var izrādīties daudz augstāka nekā pieļaujamā.

Signalizācijas sistēmas

Ja piesārnotāja viela spēj radīt smagas sekas, var izrādīties nepieciešama automāti-

ka kontroles un signalizācijas sistēma, bet dažreiz arī automātiski iedarbināma ventilācijas sistēma. Ir pieejamas pietiekoši daudz tāda veida sistēmas, ar katru dienu paplašinās to assortiments atkarībā no piesārņojuma vielas, kādai tās domātas. Ja objekti ir novietoti speciālās vietās, piemēram, sabiedriskajā stāvvietā, šādu sistēmu uzstādīšana ir obligāta. Dzīvē tās tiek uzstādītas reti, jo iekārtu cena ir augsta, bet pielietošana ierobežota.

Šajā sakarībā, ir vērts pieminēt, ka miniaturizācija, kura ir kļuvusi iespējama pateicoties elektronikai, ļauj ievērojami samazināt šādu kontroles un signalizācijas sistēmu aparātūras izmērus un pielietot tos individuāli (piemēram, nēsājot kabatā). Šajā jomā pagaidām ir uzkrāta pārāk maza pieredze, bet miniaturizācijas iespējas izsauc nepārprotamu interesi un iekārtu pieprasījums pastāvīgi aug.



DARBĪBAS, KURAS VĒRSTAS UZ CILVĒKU

Informācija un apmācība

Informācija un apmācība ir divi visspēcīgākie instrumenti, lai panāktu darba apstākļu uzlabošanu. Šis apgalvojums, kuram ir universāls raksturs, sevišķi labi piemērojams attiecībā uz kīmisko piesārņojumu.

Tiesām, kīmisko piesārņojumu ļoti daudzos

gadījumos nav iespējams konstatēt ar maņu orgānu palīdzību: to nevar ne redzēt, ne dzirdēt, ļoti bieži tam nav arī smaržas. Tāpēc tikai informēts nodarbinātais var izvirzīt jautājumu par profilaktisko pasākumu veikšanu.

Sevišķi svarīgs ir nosacījums, lai nodarbinātie un viņu pārstāvji pieprasītu informāciju par to vielu bīstamību, ar kurām viņi strādā vai



**DIVI VISSPĒCĪGĀKIE
PROFILAKSES PASĀKUMI IR:
INFORMĀCIJAS SNIEGŠANA
UN APMĀCĪBA**

saskaras. Tāda informācija ir jākonkretizē vismaz divos veidos: vispirms, saskaņā ar spēkā esošo likumdošanu, kīmiskie produkti jāpiegādā ar etiketēm, kurās precīzi norādīts bīstamības marķējums, riski un profilaktiskie pasākumi, kurus jāveic.

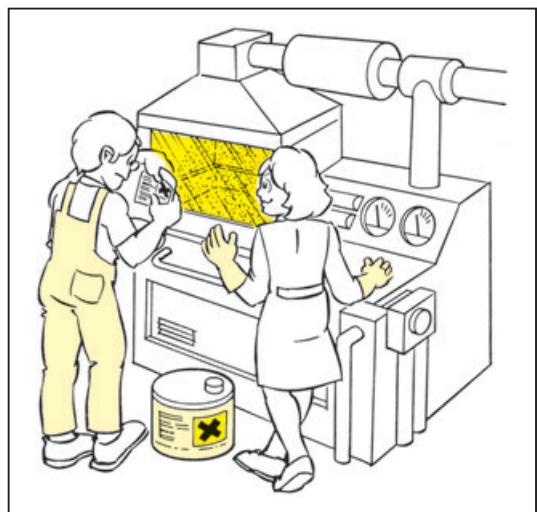
Otrkārt, darbiniekiem ir jāizsniedz «drošības datu lapas» par katu kīmisko vielu un produktu. Datu drošības lapās paplašinātā veidā tiek sniegtā tā informācija, kura, objektīvu iemeslu dēļ, etiketēs tiek uzrādīta saīsināti.

Apmācība ir dabisks papildinājums informācijas sniegšanai. Ir nepietiekami tikai zināt par iespējamajiem riskiem. Ir vēl arī jāzina, kā ar tiem cīnīties. Šajā nolūkā, katram darbiniekam ir jāsaņem «pietiekama un vienlaicīga, saprotama informācija, viņu pieņemot darbā, pārceļot darbā uz citu vietu vai mainot viņa funkcijas, ieviešot jaunu darba aprīkojumu vai mainot veco, ieviešot jaunu tehnoloģiju». Tā ir Eiropas Ekonomiskās Padomes Direktīvas –

89/391/EEC prasība, kura ir iestrādāta Darba aizsardzības likumā.

Rotācija darba vietās

Lai samazinātu risku, teorētiski var pielietot darbinieku rotāciju darba vietās, jo, saīsinoties iedarbības laikam, ja pārējie apstākļi ir vienādi, risks samazinās. Praksē šāds lēmums nekad nedarbojas pietiekami veiksmīgi. Neviens negrib strādāt «sliktā» vietā un tāpēc rodas citas problēmas. Šī iemesla dēļ rotāciju parasti piedāvā kā pēdējo iespējamo pasākumu. To var pielietot arī kā īslaicīgu pasākumu, kamēr risku neizdodas samazināt ar citiem līdzekļiem.



Hermetizācija

Noteiktos gadījumos, kad nav iespējams ne samazināt koncentrāciju, ne saīsināt iedarbības laiku, ir iespējams izmēģināt paņēmienu, kurā strādājošie tiek izolēti no piesārņotāja labi aizsargātā telpā. Tā rīkojas, piemēram, ja piesārņojumu ģenerējošās iekārtas kontroli var veikt distancēti. Šādos apstākļos, ja rodas nepieciešamība atstāt aizsargāto telpu, darbiniekiem ir jāizmanto individuālie aizsardzības līdzekļi.

Apmacība par darba aizsardzību

<http://osha.lv>

INDIVIDUĀLĀ AIZSARDZĪBA

6

DEFINĪCIJA UN VISPĀRĒJI JĒDZIENI

1989.gada 30.novembra Direktīva 89/656/EEC individuālos aizsardzības līdzekļus (IAL) definē kā «izstrādājumus, ierīces, iekārtas un sistēmas, kuras nodarbinātais valkā vai citādi lieto darbā, lai aizsargātu savu drošību un veselību no viena vai vairāku darba vides riska faktoru iedarbības».

Šī Direktīva no minētās definīcijas izslēdz parasto darba apgērbu, bet ne to darba apgērbu, kas piedāvā aizsardzību pret kādu no riska faktoriem.

Ir svarīgi noteikt IAL izmantošanas principu, kas minētajā Direktīvā figurē kā vispārējs lietošanas noteikums:

«Individuālie aizsardzības līdzekļi ir izmantojami gadījumos, kad riska faktorus nav iespējams novērst vai pietiekami iero-bežot ar citām preventīvajām metodēm».

Šī individuālo aizsardzības līdzekļu izmantošanas koncepcija tos padara par izņēmuma rakstura preventīvu metodi. Tas nozīmē, ka IAL izmantojami tikai tajos gadījumos:

- kad risku nav iespējams novērst citā veidā;
- kā citu pasākumu papildinājums darbiem ārkārtas situācijās vai darbiem noteiktos apstākļos (piemēram, tehniskā apkope, tirišana) vai īslaicīgām operācijām;
- vienlaikus ar citu darba aizsardzības pasākumu veikšanu.

Nepieciešams atcerēties, ka IAL izmantošana neievieš izmaiņas darba vidē, tas ir – neuzlabo darba vidi, tātad, ja vidē atrodas kāds noteikts piesārņotājs, tas saglabā savu līdzšinējo koncentrāciju, intensitāti vai līmeni.

INDIVIDUĀLO AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻU (IAL) KLASIFIKĀCIJA

Darba higiēnas nozarē lietojamie individuālie aizsardzības līdzekļi var tikt klasificē-

ti, vadoties pēc ķermeņa daļas, kuru tie aizsargā:

IAL VEIDS	PIEMĒRS
Dzirdes aizsarglīdzekļi	Ausu ieliktņi, austiņas, akustiskās kīveres
Acu un sejas aizsarglīdzekļi	Brilles, aizsarg-brilles, sejas maskas metināšanai
Elpošanas ceļu aizsarglīdzekļi	Filtri kopā ar masku, respiratori
Roku aizsarglīdzekļi	Cimdi, uzpirksteņi, uzroči
Ādas aizsarglīdzekļi	Aizsargkrēmi, aizsargziedes
Krūšu un vēdera daļas aizsarglīdzekļi	Priekšauti, aizsargvestes, žaketes
Pēdu un kāju aizsarglīdzekļi	Apavi, ceļu aizsargi, getras
Aizsargapģērbi	Pret augstām vai zemām temperatūrām, jonizējošo starojumu



No visiem minētajiem IAL visbiežāk tiek izmantoti dzirdes, elpošanas ceļu, kā arī roku aizsarglīdzekļi. Dzirdes aizsardzības līdzekļi ir apskatīti nodalā par troksni, bet abi pārējie aizsarglīdzekļu veidi tiks iztirzāti turpinājumā.

ELPOŠANAS CEĻU AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻI

Elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļi cenšas novērst piesārņotāja ieklūšanu organismā caur elpošanas ceļiem. Tehniski tie ir iedalāmi no apkārtējās vides atkarīgos un neatkarīgos aizsardzības līdzekļos.

No vides atkarīgie aizsardzības līdzekļi izmanto vides gaisu un to attīra, tas ir – aizkavē vai pārveido piesārņotājus, lai gaiss būtu derīgs elpošanai.

Šāda veida iekārta sastāv no divām skaidri nošķiramām daļām:

- sejas aizsargs;
- filtrs.

Sejas aizsarga uzdevums ir veidot hermētiski noslēgtu vidi, lai vienīgā iespējamā gaisa pieplūde tiem notiktu caur filtru.

Pastāv trīs veidu sejas aizsargi:

- maska;

- pusmaska;
- respirators.

Maska sedz muti, degunu un acis. Tā ir izmantojama gadījumos, kad piesārņotājam ir kairinošs raksturs, lai novērstu tā iedarbību uz acu glotādu, vai jebkurā gadījumā, kad piesārņotājs var nokļūt organismā caur acu glotādu.

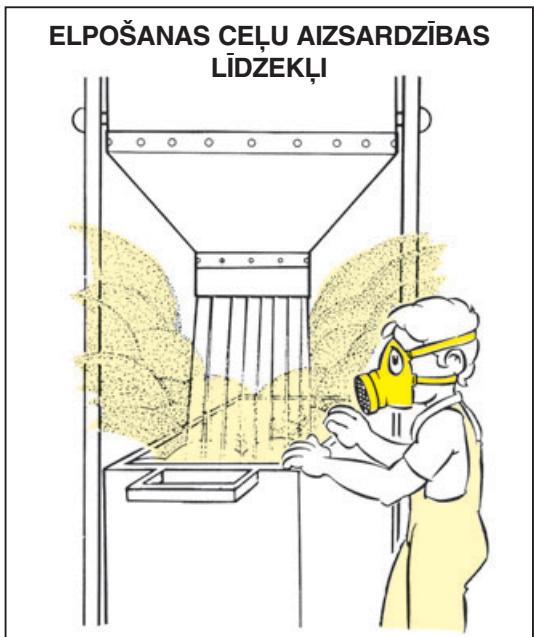
Pusmaska sedz vienīgi degunu un muti.

Respirators savieno muti ar filtru un ir aprīkots ar sistēmu, kas neļauj nefiltrētam gaisam ieklūt organismā caur degunu. Šis līdzeklis lie-tošanā ir visai neērts, tāpēc tiek izmantots vienīgi ārkārtas situācijās.

Latvijā atbilstoši MK noteikumu Nr. 372 «Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus» (pieņemti 20.08.2002.), 1. pielikuma 4. punktam elpošanas un parenterālo ceļu aizsardzībai lietojami

šādi aizsardzības līdzekļi:

- putekļu, gāzu, radioaktīvo putekļu filtri kopā ar masku;
- izolācijas ierīces ar gaisa piegādi;
- respiratora tipa ierīces, arī noņemamas



metināšanas maskas;

- niršanas ierīces;
- ūdenslīdēju tērpi.

Lai sejas aizsargi saņemtu sertifikātu un lai tiktu apstiprināta to kvalitāte, tiem ir jāatbilst vīknei parametru, no kuriem svarīgākie ir sekojošie:

- maksimāls hermētiskums;
- minimāla pretestība gaisa piegādei;
- piemēroti izejmateriāli;
- maksimāla redzamība (maskām);
- maksimāls lietošanas komforts.

VISSVARĪGĀKĀ SEJAS AIZSARGA ĪPAŠĪBA IR TĀ HERMĒTISKUMS

Otra no vides atkarīga individuālā aizsardzības līdzekļa sastāvdaļa ir filtrs vai filtri. Filtru uzdevums ir attīrit gaisu un novērst vai samazināt tā piesārnojumu.

Filtrus var iedalīt trīs veidos:

- mehāniski filtri;
- ķīmiski filtri;
- kombinēti filtri.

Mehāniskie filtri aizkavē piesārnotāju, izliecot tam fiziska rakstura šķēršlus. Tie tiek lietoti putekļu, dūmu vai aerosolu filtrēšanai.

Ķīmiskie filtri veic savu filtrējošo funkciju ar filtra iekšienē izvietotas kādas ķīmiskas vielas palīdzību, kuras uzdevums ir piesārnotāju aizkavēt to absorbējot, vai ar to ķīmiski reaģējot.

Kombinētie filtri pārmaiņus veic mehānisko un ķīmisko filtru funkcijas.

Filtri tiek iedalīti dažādās kategorijās vadoties pēc to būtiskākajām īpašībām:

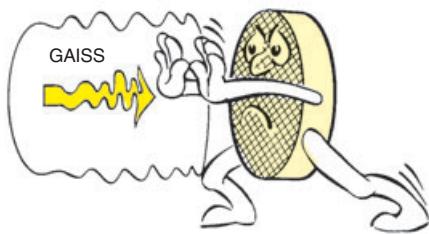
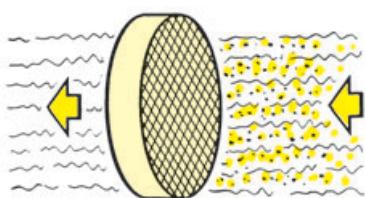
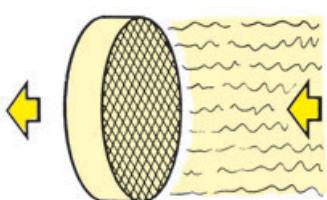
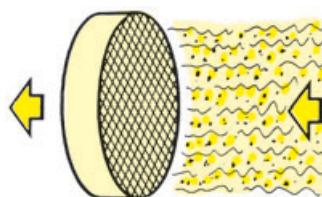
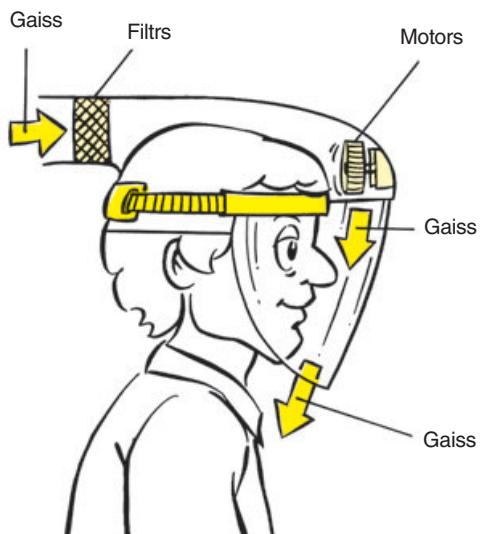
- pretestība gaisa piegādei;
- piesārnotāja caurlaidība.

Nepieciešams atcerēties, ka būtiska filtru īpašība ir to **vidējais lietošanas ilgums**, kas ir laika periods, kurā filtrs nodrošina maksimālo kaitīgās vielas aizturēšanu filtrā.

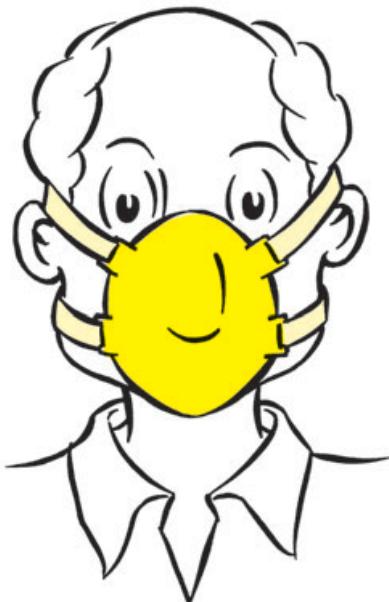
Īpašs, no vides atkarīga elpošanas aizsardzības līdzekļa veids ir **pašfiltrējošais respirators**. Šis respirators vienā neatdalāmā priekšmetā

SEJAS AIZSARGI

apvieno sejas adaptatoru un filtru. Pašfiltrējošie respiratori ir piemēroti vienīgi situācijām, kurās jānodrošina mehāniska filtrēšana (pušķi, aerosoli u.c.), bet nav piemēroti aizzar-

PIESĀRNOTĀJA AIZTURĒŠANA**PIESĀRNOTĀJA CAURLAIŠANA (PENETRĀCIJA)****MEHĀNISKĀS FILTRS****ĶĪMISKĀS FILTRS****KOMBINĒTAIS FILTRS****ĶIVERE AR GAISA PIEGĀDI**

PAŠFILTRĒJOŠAIS RESPIRATORS



dzībai pret gāzēm vai tvaikiem.

Pašfiltrējošo respiratoru priekšrocība ir to ne-lielais svars, kas tos padara daudz ērtākus sa-līdzinājumā ar parastajiem respiratoriem, lai gan pārsvārā to piedāvātais aizsardzības līme-nis ir zemāks.

Vēl viens specifisks, bet atsevišķos darbos (piemēram, lauksaimniecībā) plaši pielietots IAL ir ķivere ar filtrēta gaisa piegādi. Šo sistēmu veido ķivere ar caurspīdigu sejas aizsegū, kuras iekšpusē ar nelielu, lietotājam pie jostas vai pašā ķiverē piestiprināta mehānisma palī-dzību ieplūst filtrēta gaisa strūkla.

No vides atkarīgus individuālos aizsardzības līdzekļus nedrīkst izmantot, ja gaisā ir nepietiekams daudzums skābekļa un ja piesārņotāja koncentrācijas pakāpe ir pārāk augsta. Šādos apstākļos ir lietojamas no vides neatkarīgas aizsardzības iekārtas.

Šī veida aizsardzības līdzekļus raksturo tas, ka to lietotāja ieelpotais gaisss nav darba vides gaisss. Šīs aizsardzības iekārtas tiek iedalītas:

NO VIDES ATKARĪGUS IAL
NEDRĪKST IZMANTOT,
JA GAISĀ IR PAZEMINĀTS
SKĀBEKLĀ DAUDZUMS

- daļēji autonomās (neatkarīgās) iekārtas;
- autonomās iekārtas.

Daļēji autonomas iekārtas izmanto gaisu, kas nav piesārnots un tiek transportēts pa cau-ruli vai izplūst no reportatīviem traukiem zem spiediena no citas vides (piemēram, āra gaiss). Tās ir apgādātas ar sejas aizsargu, kas pār-svarā ir maskas veida. Gaiss var tikt pēc iz-vēles iesūknēts caur sūknēšanas cauruli vai piegādāts ar spiediena palīdzību caur kompre-soru vai no saspiesta gaisa baloniem. Šīs iekārtas tiek izmantotas vidē ar ļoti augstu piesārņotāja koncentrāciju vai vidē ar pazemi-nātu skābekļa līmeni, tajos gadījumos, kad nav nepieciešama liela kustību brīvība. Kā piemēru situācijām, kurās tiek lietoti daļēji autonomi IAL, var minēt darbus akās (šahtās) vai norobežo-tas telpās.

Autonomas iekārtas ir tās, kurās gaisa pie-gādes sistēmu transportē pats iekārtas lieto-tājs, līdz ar to nodrošinot sev lielu kustību brīvību. Šo iekārtu lietošana ir ieteicama gadīju-mos, kad vides gaiss nav elpojams un kad ir nepieciešams veikt neatkarīgas un neierobe-žotas kustības. Šīs iekārtas sastāv no atbilsto-ša sejas aizsarga un portatīviem, saspiestu gaisu saturošiem traukiem.

Visiem elpošanas ceļu aizsardzības līdzek-ļiem ir viena kopēja īpašība – tie lietotājam ra-da neērtības sajūtu un paaugstina nogurumu. Šī iemesla dēļ minēto aizsardzības līdzekļu izmantošanas ilgums ir jāierobežo.

Piemēram, Spānijā dažādi normatīvie akti nosaka, ka elpošanas ceļu aizsardzībai pare-dzētie IAL ir izmantojami **maksimāli 4 stun-das dienā**.

DAĻĒJI AUTONOMA IEKĀRTA**AUTONOMA IEKĀRTA****ĀDAS AIZSARDZĪBAS LĪDZEKLĪ**

No darba higiēnas viedokļa mūs interesē tie IAL, kas aizsargā ādu un sniedz aizsardzību pret piesārņotāja iesūkšanos organismā caur ādu.

Kermenē daļas, kas visbiežāk nonāk saskarē ar ķīmiskām vielām, parasti ir plaukstas un apakšdelmi, tomēr nedrīkst aizmirst, ka apģērbs var piesūkties ar ķīmiskajām vielām. Ja apģērbs netiek pietiekami ātri un bieži mainīts, tad šis var kļūt vairs ne par ilgtermiņa, bet īsterminiņa riska faktoru. Šo risku var novērst ar priekšautu vai necaurlaidīga darba apģērba lietošanu.

Daudzos gadījumos IAL ir visbiežāk lietotā preventīvā sistēma, lai novērstu kaitīgo vielu saskari ar ādu. Atšķirībā no elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļiem, ādas aizsardzības līdzekļu izmantošana nav saistīta ar lielām neērtībām vai paaugstināta noguruma iespēju, tādēļ bieži to izmantošana ir vienīgais izmantošais riska novēršanas risinājums. Bez tam ādas aizsardzībai paredzētie IAL veicina tendenci izmantot tos ierobežotu laiku.

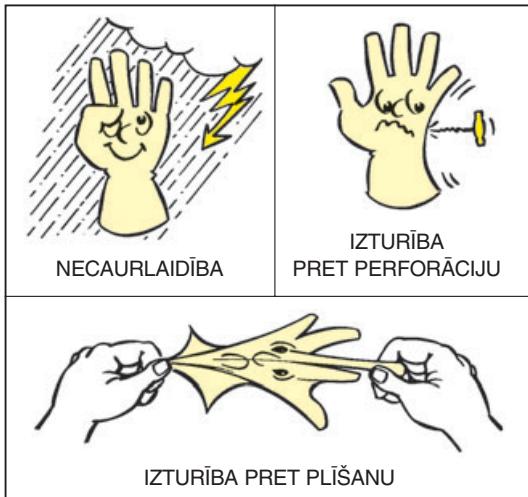
Latvijā ādas aizsardzībai lieto šādus aizsardzības līdzekļus: aizsargkrēmus un aizsargziedes.

**CIMDUS VISLABĀK RAKSTURO TO
NECAURLAIDĪBA PRET ĶĪMISKO VIELU,
KAS TIEK IZMANTOTA DARBĀ**

Plaukstu un delmu aizsardzībai vispiemērotākie aizsardzības līdzekļi ir cimdi.

Cimdi, kas nodrošina aizsardzību pret agresīvām ķīmiskām vielām, tiek ražoti no dažādiem materiāliem (neoprēns, polivinilhorids, polivinilacetāts u.c.). Jāņem vērā, ka materiāli, no kuriem tiek ražoti cimdi, nav izturīgi pret visām vielām. Izraugoties cimdušus, ir svarīgi noskaidrot, ar kādām vielām darbiniekam būs jāstrādā. Nākamajā lappusē ievietotajā tabulā tiek uzrādita cimdu ražošanai visbiežāk izmantoto materiālu izturība pret dažādām ķīmiskām vielām.

Aizsargcimdiem ir jāatbilst minimālām izturī-



bas prasībām attiecībā uz plīšanu un perforāciju. Šo prasību izpilde garantē cimda izturību normālos darba apstākļos un nosaka to piederību klasei atkarībā no produktiem vai savienojumu grupām, pret kurām tie nodrošina aizsardzību.

Izvēloties cimdus, būtu ņemamas vērā arī cītas to īpašības, piemēram, aproces garums, kā arī odere un ārējā apdare. Cimdiem būtu vienādā mērā jānodrošina gan ērtība, gan nepieciešamā aizsardzība.

Cimdi samazina spēju sataustīt, tādēļ tas var būt par šķērsli atsevišķu darbu veikšanai. Ja pastāvošais risks pieļauj, tad ieteicams izvēlēties plānākus cimdu, kaut arī tie nebūtu visatbilstošākie attiecīgajai kaitīgajai vielai, bet veikt biežāku cimdu nomaiņu pret citiem.

Ikvienā gadījumā pirms cimdu vai jebkuru citu IAL izmantošanas ir jāveic to vizuāla pārbaude, lai noteiktu, vai tie nav bojāti, un defektu atklāšanas gadījumā jānomaina pret citiem.

Latvijā MK noteikumu Nr. 372 «Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus» (pieņemti 20.08.2002.) 1. pielikuma 5. pantā tiek minēti šādi roku aizsardzības līdzekļi:

5.1. cimdi:

- 5.1.1. dūraiņi;
- 5.1.2. bezpirkstu cimdi;

- 5.1.3. dielektriskie cimdi;
- 5.1.4. aizsargcimdi pret mehānisku iedarbību (aizsardzībai pret durtām, grieztām brūcēm, vibrāciju), ķīmisku iedarbību, jonizējošu radiāciju un radioaktīvo piesārņojumu, karstumu un cita veida iedarbību;

- 5.2. pirkstu aizsargi (uzpirksteņi);
- 5.3. uzroči;
- 5.4. plaukstu locītavu aizsargi smagiem darbiem.

Visi IAL ir paredzēti personīgai lietošanai, bet gadījumos, kad nepieciešamība to attaisno, tos var izmantot vairākas personas, ja vien tik noteikta obligāta to tīršana un dezinfekcija pēc katras lietošanas reizes.

Papildus uzņēmuma pienākumos ietilpstosajai tehniski-administratīvajai kontrolei, ir

JĀVEIC PĀRBAUDE PAR TO, KĀDĀ STĀVOKLĪ ATRODAS IAL



nepieciešama saudzīga un uzmanīga apiešanās ar IAL, un tas pieprasī aktīvu un pastāvīgu IAL lietotāja dalību, turklāt pozitīva lietotāja attieksme ir nepieciešams nosacījums IAL efektivitātes nodrošināšanai. Atgādināsim, ka bojātu aizsardzības līdzekļu lietošana rada augstāku risku nekā pilnīga to neizmantošana, jo izmantojot šādu aiz-

sardzības līdzekli persona jūt lielāku paļavību un ir mazāk piesardzīga.

Informācijas sniegšana darbiniekiem par IAL

lietošanu un par riska faktoriem, pret kuriem tie aizsargā, ir darba devēja pienākums.

CIMDU IZTURĪBA PRET ĶIMISKAJĀM VIELĀM

Ķimiskais savienojums	Cimdu materiāls			
	Dabiska gumija (latekss)	Neoprēns	Polivinil-hlorīds	Polivinil-acetāts
Minerālellas	S	I	Z	I
Acetons	I	L	Z	V
Etiķskābe	I	I	L	S
Hromskābe	S	V	L	S
Sālskābe	L	I	L	S
Slāpeķskābe	V	I	L	S
Sērskābe	L	I	L	S
Skudrskābe	I	I	I	Z
Butilspirts	I	I	L	V
Etilspirts	I	I	L	V
Metilspirts	I	I	L	V
Akrilnitrils	L	L	Z	I
Anilīns	V	V	L	V
Metilēnhlorīds	V	L	V	I
Dimetilformamīds	L	Z	Z	L
Formaldehīds	I	I	L	Z
Freoni	S	L	V	I
Tetrahlorogleklis	S	V	V	I
Toluols	S	S	L	I
Trihloretilēns	S	L	S	I

Izturība pret ķimiskajām vielām: I – izcila; L – laba; V – vidēja; Z – zema; S – slikta.

IAL IZMANTOŠANU UN MARKĒŠANU REGLAMENTĒJOŠI NORMATĪVIE AKTI

Princips – IAL kā pēdējā izmantojamā aizsardzības metode dažādu valstu institūcijām uzliek par pienākumu uzraudzīt IAL kvalitāti un piešķirt sertifikātus, kas nodrošinātu to adekvātu ražošanu.

Eiropas Savienības dalībvalstu un kandidāt-valstu normatīvo aktu saskaņošana attiecibā uz IAL pamatojas uz Direktīvām 89/686/EEC un 89/656/EEC, kas nosaka IAL tirdzniecību, brīvo apriti, izmantošanu un minimālos darba drošības un veselības aizsardzības pasākumus darba vietās.

Latvijā individuālo aizsardzības līdzekļu būtiskās drošības prasības un šo prasību uzraudzības mehānismu nosaka MK noteikumi Nr. 74 «Prasības individuālajiem aizsardzības līdzekļiem, to atbilstības novērtēšanas kārtība un tirgus uzraudzība» (pienemti 11.02.2003.). Šie noteikumi nosaka, ka visus tirgū piedāvātos aizsardzības līdzekļus obligāti pakļauj CE pārbaudei un pēc tās šie līdzekļi markējami ar CE

marķējumu, līdz ar to garantējot produkta atbilstību spēkā esošajiem tehniskajiem noteikumiem.



Publikācijas par darba aizsardzības jautājumiem
<http://osha.lv>

TROKSNSIS

7

IEVADS

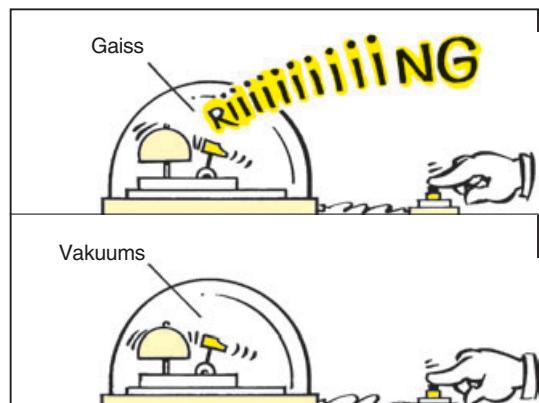
Ražošanas tempu palielināšanās un pakāpenisks mehanizācijas līmena pieaugums dažādās darba vietās, kā arī jaunu tehnoloģiju ieviešana tādās sfērās, kur agrāk pārsvarā valdīja roku darbs, ir novēdis pie tā, ka ļoti daudzos gadījumos, darbs tiek veikts arvien pieaugoša fona trokšņa apstākļos.

Skaņu mēs varam definēt kā jebkuru spiediena starpību, kuru spēj uztvert mūsu dzirdes orgāni. Gadījumos, kad skaņa ir kaitinoša vai nevēlama, tā tiek saukta par **troksni**.

SKĀNA IR SPĒJĪGA IZPLATĪTIES
JEBKURĀ MATERIĀLĀ VIDĒ
(GAISĀ, METĀLĀ, ÜDENĪ u.tml.),
IZNEMOT VAKUUMĀ

Apskatīsim piemēru ar elektrisko zvanu, kurš novietots zem stikla kupola. Nospiežot zvana pogu, mēs redzam, ka āmuriņš ātri sitas pret zvanījiem, un, tajā pat laikā, dzirdam zvana skaņas. Ja zem stikla kupola izveidojam vakuumu (izsūknējam gaisu, jeb, citiem vārdiem sakot, iznīcinām skaņas izplatīšanās vidi) un tad nospiežam zvana ieslēgšanas pogu, mēs nedzirdam nekādas skaņas, neskatoties uz to, ka āmuriņš, tāpat kā iepriekšējā gadījumā, turpina sisties pret zvanīju.

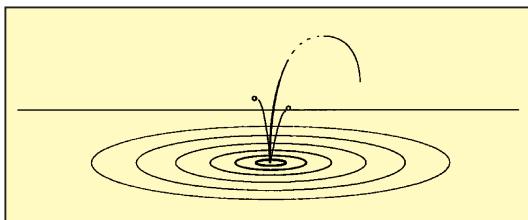
Šis piemērs pierāda, ka akustiskā enerģija neizplatās vakuumā.



Izplatoties skaņai gaisā, notiek gaisa molekulu svārstību enerģijas pārnese. Apskatīsim piemēru ar akmeni, kurš iemests mierīgā, stāvošā ūdenī diķi. Šajā gadījumā mēs novērojam, ka punktā, kur akmens saskārās ar ūdeni, parādās koncentriski riņķi, kuru diametrs, kļūst aizvien lielāks, bet to veidošanās procesam ir daudz mazāka intensitāte. Šajos apļos pārvietojas enerģija, nevis ūdens daļīnas. Enerģija pāriet no vienām ūdens daļījām uz citām.

Ātrums, ar kuru izplatās skaņa dažādās vidēs nav vienāds. Tā, piemēram, gaisā skaņas izplatīšanās ātrums ir 340 metri sekundē, metālā tas ir 7630 metri sekundē, kas liecina par faktu, ka skaņa labāk izplatās metālā nekā gaisā.

Skaņas vilņu enerģija, tāpat kā gaisma, atstarojas un lūzt. Tā atstarojas noteiktā leņķi,



saduroties ar kādu no virsmām (sienu, griesiem, grīdu, logu stikliem, mēbelēm, utt.). Katrā

atstarošanās gadījumā tiek zaudēts noteikts enerģijas daudzums, kā rezultātā iespējama atstarotās skaņas slāpēšana.

Skaņas vilņu laušana notiek tad, kad tie noteiktā leņķī saskaras ar kādu virsmu (sienu, griesiem, durvīm, utt.). Daļa no enerģijas tiek absorbēta dotajā objekta siltuma veidā, daļa izplatās aiz objekta, bet pārējā daļa izplatās tālāk ar ievērojami mazāku intensitāti.

TROKŠNU VEIDI

Atkarībā no izplatīšanās laika, troksnis var būt *pastāvīgs* un *nepastāvīgs* (pārtraukts).

Pastāvīgi ir tādi trokšni, kuri pastāv ilgā laika posmā un to intensitāte nemainās. Piemēram, pastāvīgu troksni rada mehānismi, kas tiek darbināti ar elektromotoriem: pneimatiskie āmuri, dzirnavas, utt.

Pārtraukti ir tādi trokšni, kuriem ir ļoti augsts intensitātes līmenis, bet šis līmenis ātri samazinās un izzūd īsā laika intervālā. Nākošais enerģijas maksimums neparādās līdz sekojošai darbībai: piemēram, pneimatiskā āmura radītais troksnis, šaujamieroču radītais troksnis, preses trieciņi, āmura sitieni, utt.

Pastāvīgs troksnis

Pētot pastāvīgo troksni, vispirms jānosaka tā raksturlielumi jeb parametri: akustiskā spiediena līmenis un frekvence.

Akustiskā spiediena līmenis

Akustiskā spiediena līmenis (ASL) – tas ir skaņas vai trokšņa spiediena svārstību līmenis. Šādas spiediena svārstības izsaka spiediena mērvienībās $N/m^2 = Pa$ (paskāls). Cilvēka dzirde var uztvert spiediena izmaiņas, kuras atrodas robežās no 10^5 līdz 10^2 paskāliem. Šī spiediena mērvienību skala ir neērta lietošanā un var tikt uztverta subjektīvi. Tāpēc tehnikā troksni pieņemts mērīt ar trokšņa spiediena līmeni, kuru izsaka logaritmiskās vienībās – **decibels (dB)**.

Decibels tiek definēts, izmantojot izteiksmi:

$$dB = 10 \log (P_{ef} / P_0)^2$$

vai, mazliet pārveidojot,

$$dB = 20 \log (P_{ef} / P_0)$$

Ar $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa pieņemts apzīmēt minimālo skaņas spiedienu, kuru uztver cilvēka dzirdes orgāni un to dēvē par «dzirdamības slieksni». Tādējādi decibels jeb trokšņa spiediena līmenis parāda attiecību, kādā jebkura efektīvā trokšņa spiediena (P_{ef}) vērtība pārsniedz dzirdamības slieksņa spiedienu. Šai attiecībai, protams, ir logaritmiskā skala. Iespējamo akustisko spiedienu skala decibelos ir robežās aptuveni no 0 līdz 150.

No decibela definīcijas izriet: saskaitot divas vai vairākas akustiskā spiediena vērtības, to summa nav aritmētiska, bet gan logaritmiska.

Piemēram, aplūkosim akustiskā spiediena līmeni decibelos, kuru ieguvām darba vietā, apvienojot tajā divus identiskus darbgaldus. Katrs darbgalds atsevišķi rada 100 dB lielu trokšņa līmeni. Kopējais līmenis būs 103 dB, ko var pamatot, izmantojot logaritmisko sakāribu akustisko enerģiju summēšanai.

Tātad, iegūtā akustiskā spiediena līmenis (ASL) būs divu atsevišķo līmeņu logaritmiskā summa: $ASL = 100 + 100 = 103$ dB. Gadījumā, ja katrs no darbgaldiem būtu radjis ASL 80 dB, tad kopējais trokšņa līmenis būtu 83 dB.

Decibela definīcijas matemātiskā izteiksme nozīmē: enerģijas daudzums dubultojas, palieeinoties skaņas spiediena līmenim par katriem

3 dB, bet samazinās uz pusi, samazinoties skaņas spiediena līmenim par 3 dB.

Jāiegaumē: ja summējas divi viens no otra pēc intensitātes ļoti atšķirīgi trokšņa līmeņi, dominē tas, kurš ir lielāks. Tādējādi, strādājot reizē diviem darbgaldiem, no kuriem viens rada 100 dB troksni, bet otrs – 75 dB, ASL būs vienāds ar 100 dB. Mēs dzirdam, ka strādā it kā tikai viens darbgalda (ir dzirdams tikai tas, kurš rada lielāku troksni).

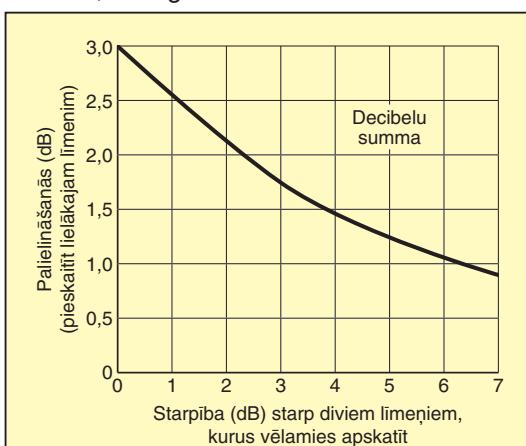
Vēl piemērs. Apskatīsim gadījumu ar televizora skatīšanos un telefona zvanišanu. Kad mēs skatāmies televizoru, un vienlaikus zvana telefons, tad, nesamazinot televizora skaļumu, mēs nedzirdēsim balsi, kas runā pa telefonu. Tā kā televizora skaņai ir lielāka intensitāte, tad tā dominē pār telefona zvanu. Tas pats notiek arī darba vietās ražošanā, birojos utt.

Decibelu summa tiek izteikta šādi:

$$\text{Summa} = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \text{ dB}}$$

Tomēr ir iespējams izvairīties no šo apgrūtnišo formulu lietošanas, izmantojot grafiskās summēšanas metodi.

Uz abscisu ass atliekam vērtību starpību starp diviem trokšņu līmeņiem un virzāmies no šī punkta pa likni. Uz ordinātu ass atrodam vērtību decibelos, kuru mums jāpieskaita lielākam līmenim, un iegūstam summāro vērtību.

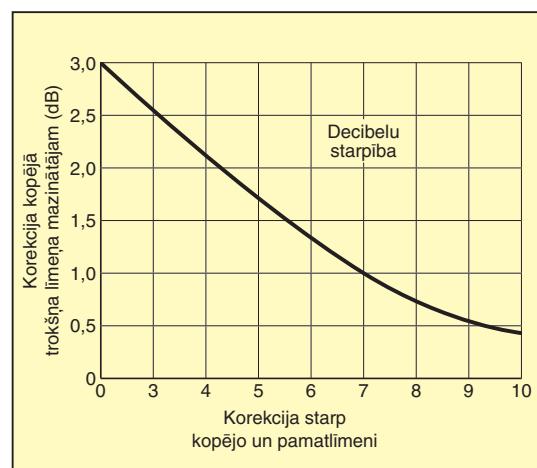


Decibelu starpība tiek aprēķināta šādi:

$$\text{Starpība} = 10 \log (10^{0,1 \text{ dB}_1} - 10^{0,1 \text{ dB}_2})$$

Tāpat kā iepriekšējā gadījumā, mēs varam ilustrēt šīs formulas izmantošanu ar grafiku, kas raksturo decibelu starpību.

Uz abscisu ass atliekam starpības vērtību starp diviem trokšņu līmeņiem (kopējo un to troksni, kuru mēs vēlamies samazināt) un, virzoties no šī punkta pa likni uz augšu, uz ordinātu atrodam vērtību decibelos, kuru mums jāatņem no kopējā līmeņa, lai iegūtu starpības vērtību.

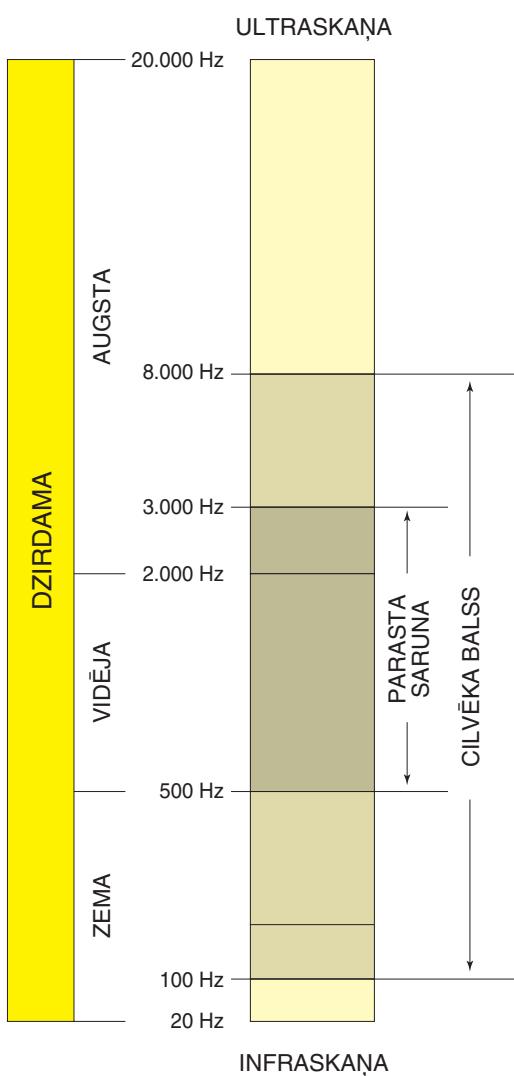
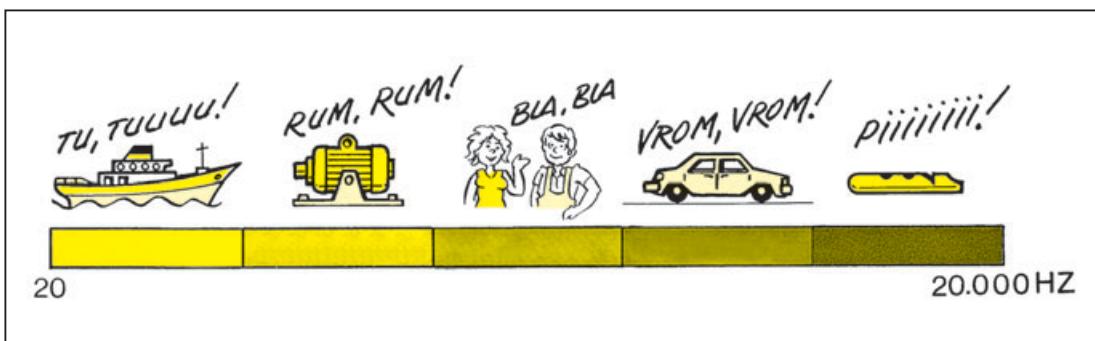


Izmantojot grafiku vai formulas, mēs varam aprēķināt iespējamo trokšņa līmeni, kurš būs noteicošais, ja no telpas aizvāktu kādu trokšņa ģeneratoru (darbgaldu vai citu elementu, kas rada troksni).

Frekvence

Par frekvenci sauc akustiskā spiediena svārstību skaitu sekundē. To mēra hercos (Hz) vai periodos sekundē.

Mēs runājam par troksni no darba higiēnas viedokļa, tas nosaka mūsu vēlēšanos izvairīties no trokšņa kaitīgās ietekmes uz nodarbinātājiem. Tādēļ no visu iespējamo akustisko frekvenču spektra mēs analizēsim tās frekvences, kuras vistiešākajā veidā ir sasis-



tītas ar cilvēka dzirdi. Mūsu mērķis ir pasargāt dzirdi. Šajā kontekstā, mums ir jāzina, ka cilvēka dzirde ir spējīga uztvert skaņas vai trokšņus frekvenču intervālā no 20 līdz 20000 Hz. Skaņas, kuru frekvence ir zemāka par 20 Hz, tiek sauktas par infraskanu, bet skaņas ar frekvenci, kura augstāka par 20000 Hz, par ultraskanu.

Jauna un vesela cilvēka dzirde spēj uztvert skaņas norādītā frekvenču diapazona robežās. Sarunājoties cilvēks izmanto daudz šaurāku diapazonu (sarunu frekvences, kuras atrodas robežās no 500 līdz 2000 Hz). Tāpēc tieši šajās robežās ir nepieciešams divkāršot pūles, lai nodrošinātu labāku aizsardzību pret kaitīgo ietekmi uz dzirdi.

Skaņu frekvenču intervāls tiek sadalīts vairākās joslās. Joslas sauc par **oktāvām**. Var noteikt arī frekvenču joslu, kuru sauc par **trešdaļu oktāvas**.

Frekvenču joslas oktāva – tā ir frekvenču spektra daļa, kura veidojas spektru dalot pēc šādiem noteikumiem: katrai daļai ir augstākā intervāla robeža (F_2), un kura ir divreiz lielāka par intervāla apakšējo robežu (F_1). Tādējādi $F_2 = 2 F_1$.

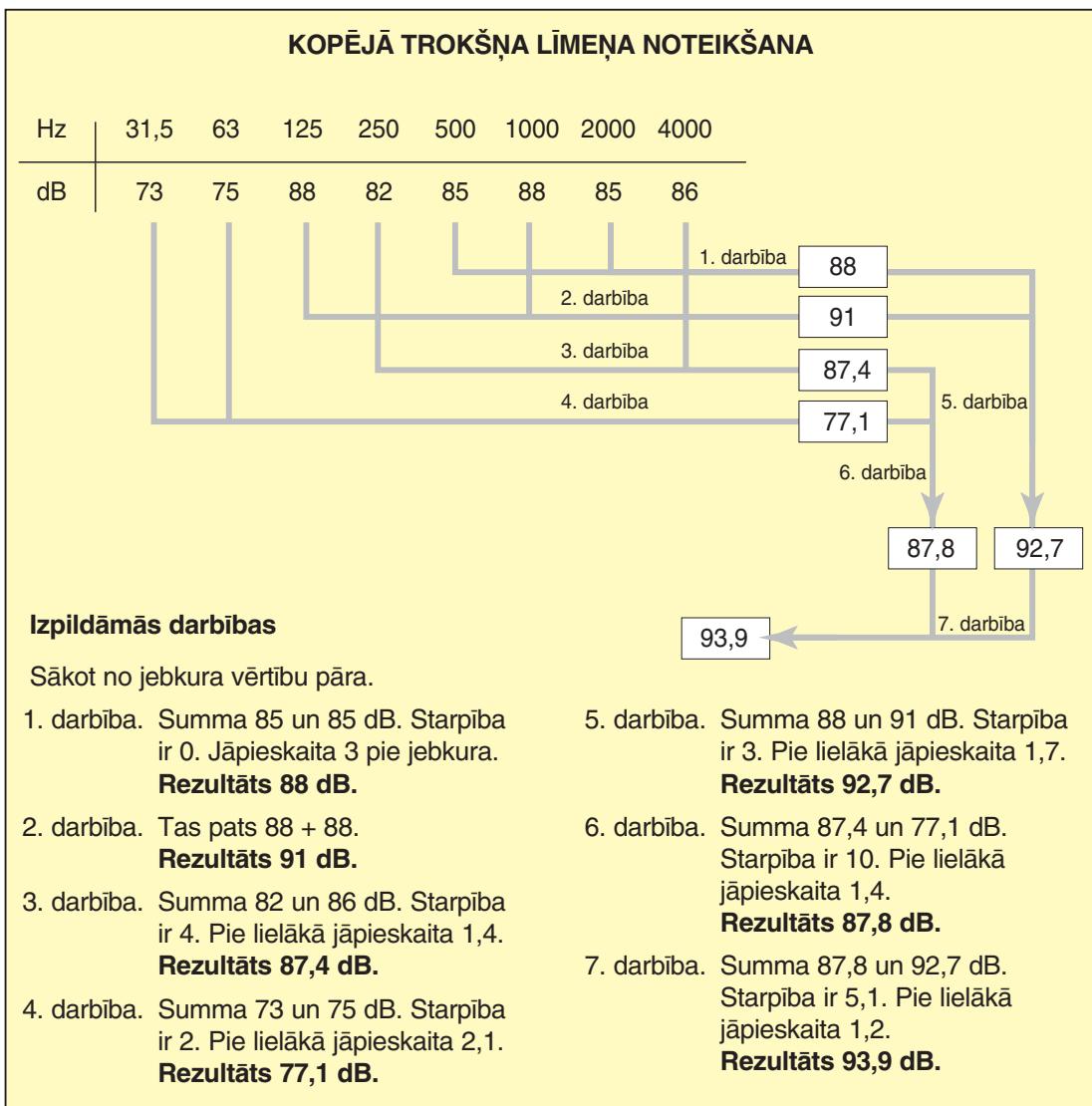
Katrs intervāls tiek noteikts ar centrālo frekvenci (F_c), kuru aprēķina kā vidējo ģeometrisko no to ietverošajām frekvenču robežvērtībām.

Tātad, ar cilvēka dzirdi uztveramo frekvenču spektrs dalās frekvenču joslu oktāvās, kurām ir šādas vidējās (centrālās) frekvences, Hz: 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 un 16000.

Trešdaļas oktāvas spektrs rodas tad, ja katru frekvenču joslas oktāvu dala trijās daļās. Ar cilvēka dzirdi uzveramo frekvenču spektrs sadalās šādās trešdaļas oktāvu joslās Hz: 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300, 8000, 10000, 12500, 16000, 20000.

Kopējā trokšņa līmena novērtēšana

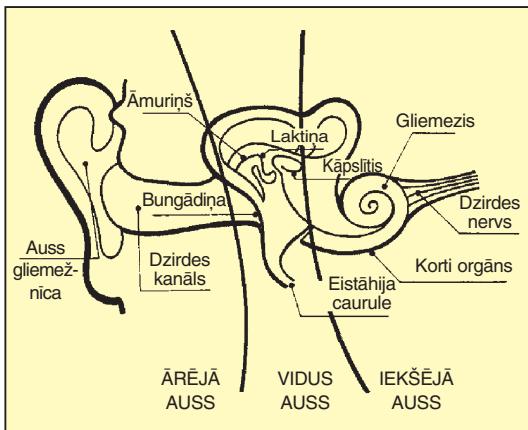
Frekvenču spektra kopējo trokšņa līmeni mēs iegūstam, summējot trokšņa līmeni katrā oktāvas vai trešdaļas oktāvas frekvenču joslā (logaritmiski, līdzīgi kā summē decibelus).



DZIRDES MEHĀNISMS

Cilvēka dzirdes aparāts uztver spiediena svārstības un transformē tās nervu impulsos. Tālāk nervu impulsi sasniedz smadzenes ar dzirdes nerva palīdzību. Šis spiediena svārstības parasti tiek uztvertas ar ausi. Spiediena svārstības var sasniegt smadzenes arī izejot cauri galvaskausa kauliem. Dzirdes aparāts dalās trijās daļās: ārējā auss, vidusauss un iekšējā auss.

Ārējā auss ir auss gliemežnīca un dzirdes kanāls, kurš ved uz bungādiņu. Ārējā dzirdes kanālā atrodas matiņi un ausu sērs, kuri izpilda aizsargfunkciju un aizkavē svešķermeņu ieklūšanu ausī.



Bungādiņa ir ļoti elastīga plāna ādas membrāna, kura vibrē ar mazāku vai lielāku amplitūdu atkarībā no spiediena svārstībām (skājas vilniem). Līdzīgi tas notiek, sitot ar vālīti pa bungu membrānu, kura vibrē lielākā vai mazākā mērā atkarībā no tā, cik stipri mēs sitam.

No bungādiņas vibrācija tālāk tiek noraidīta uz vidusausi, kur atrodas trīs dzirdes kauliņi: āmuriņš, laktīna un kāpslītīši. Šie kauliņi ieguvuši šādus nosaukumus, jo ārēji tie līdzīnas nosauktajiem priekšmetiem. Kauliņi ir kustīgi savienoti. Tie spēj savstarpēji iedarboties un noraidīt vibrāciju no bungādiņas uz membrānu, ko sauc par ovālo logu.

Iekšējā auss sastāv no pusapāljiem kanāliem, kuri atbild par līdzsvara sajūtu, un gliemežnīcas. Gliemežnīcā atrodas membrāna (galvenā membrāna), kuru pārkļāj vairāki tūkstoši sīku matiņu – nervu receptori.

Kad kauliņu virknes vibrācija sasniedz ovālo logu, šķidrums, kurš piepilda gliemežnīcu, sāk svārstīties. Tādējādi tiek kairināti nervu gali un rodas signāls, kurš pa dzirdes nervu tiek noraidīts uz smadzenēm un tur atšifrēts. Šādā veidā gaisa spiediena svārstības tiek pārveidotas akustiskās jeb dzirdes sajūtās.

TROKŠNA IEDARBĪBAS SEKAS

Negatīvās sekas, kuras troksnis var radīt cilvēkam, mēs iedalām *auditīvās* un *neauditīvās*.

Auditīvās sekas

Intensīvs un spēcīgs troksnis (šāviens, sprādziens, utt.) var izraisīt auditīvo spēju samazināšanos un pat radīt bungādiņas plīsumu. Tomēr daudz svarīgākas ir tādas auditīvās iedarbības sekas, kuras rada mazāk intensīvs, bet daudz pastāvīgāks troksnis. Šajā gadījumā troksnim tiek pakļauts daudz lielāks

cilvēku skaits vidēji ilgā un ilgā laika periodā.

Pastāvīga atrašanās trokšņainā vidē bojā gliemežnīcas nervu receptorus un rada stāvokli, ka tie zaudē spēju veidot nervu signālus. Dzirdes pazemināšanās var rasties arī tāpēc, ka šie signāli nesasniedz galvas smadzenes. Darbinieks, kurš tiek pakļauts stipra trokšņa iedarbībai, pirmajās darba dienās ievēro, ka, izejot no darba telpas, viņš sliktāk dzird. Šī parādība, kura var būt ilgstoša vai mazāk ilgstoša, tiek saukta par īslaicīgo auditīvās spējas samazināšanos. Tā rodas nervu šķiedru pār-

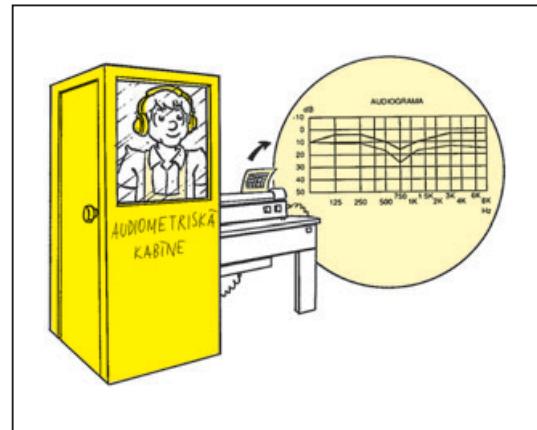
slodzes rezultātā. Dzirde pakāpeniski atjaunojas, kad atrašanās trokšnainā vidē tiek pārtraukta.

**ILGSTOŠĀ (VAIRĀKU GADU GARUMĀ)
PAAUGSTINĀTA TROKŠNĀ IEDARBĪBA
VAR RADĪT PAKĀPENISKU DZIRDĒS
SAMAZINĀŠANOS, KAS GALĀ REZULTĀTĀ
IZRAISA ARODA KURLUMU**

Tādi dzirdes traucējumi rodas ilgākā laikā periodā. Sākumā parādās simptomu virkne, kuriem parasti nepievērš uzmanību: apgrūtināta ikdienas sadzīves skaņu uztvere (durvju zvana, normālā skālumā strādājoša televizora sadzīrdešana). Esam spiesti tādos gadījumos paaugstināt skaņas līmeni līdz tādam, kas klūst apgrūtinošs citiem. Vēlāk jau rodas grūtības saskarsmē ar citiem cilvēkiem, parādās nervozitāte un paaugstināts jūtīgums. Nereti pievienojas vēl citi simptomi, kuri liecina par dzirdes traucējumiem.

Tātad, pakļaujoties pārmērīga trokšņa līmeņa iedarbībai, tiek bojātas gliemežnīcas nervu šķiedras. Tomēr, ne jau visas tās tiek bojātas vienlaicīgi un vienādi. Pirmās tiek bojātas tās šķiedras, kuras atbild par spalgu skaņu uztveršanu (frekvence virs 4000 Hz). Pēc tam pakāpeniski bojājas arī citu frekvenču skaņu uztvere. Dzirdes traucējumus mēs novērojam sarunāšanās laikā. Šie traucējumi ir neatgriezeniski, jo nervu šūnas neatjaunojas. Tas pats notiek ar pianīno vai ģitāru, kad pārtrūkst stīga un ir neiespējami radīt noteiktas skaņas. Ar cilvēka dzirdi notiek gluži tas pats. Atšķiriba ir tā, ka skaņu veidošanas vietā, auss pārstāj šīs skaņas dzirdēt, bet parādības mehānisms ir ļoti līdzīgs.

Hipoakusija (dzirdes samazināšanās), kā trokšņa iedarbības rezultāts, ir divpusēja un, gandrīz vienmēr, simetriska. Tas nozīmē, ka abas ausis tiek bojātas vienādi un neatgriezeniski. Izsakoties savādāk, dzirdes atjaunošanās iepriekšējā līmenī ir neiespējama. Gadījumos, ja kaitīgā trokšņa iedarbība tiek pārtraukta, hipoakusija parasti neprogresē.



**TROKŠNĀ RADĪTĀ HIPOAKUSIJA IR
DIVPUSĒJA UN NEATGRIEZENSKA,
UN IR ATZĪTA PAR ARODSLIMĪBU**

Auditīvās jeb dzirdes spējas mērišanai, lieto aparātu, ko sauc par audiometru. Ar tā palīdzību tiek radītas dažādas intensitātes skaņas, kurām ir dažādas frekvences (zemas, vidējas, augstas). Izvērtējot pārbaudāmā cilvēka dažādo skaņu uztveri, tiek veikta audiometrija. Tā nosaka, vai dzirde ir normāla vai nē.

Neauditīvās trokšņu iedarbības sekas

Pastāv arī citas trokšņu iedarbības sekas, kuras parasti cilvēkam nesaista ar troksni. Atrodoties vidē, kurā ir augsts trokšņa līmenis, cieš arī citas cilvēka ķermeņa sistēmas un orgāni, piemēram, nervu sistēma. Var apgalvot, ka pat nelielas intensitātes trokšņa līmenis darbiniekiem var radīt veselības traucējumus, piemēram, samazinās koncentrēšanās spējas, kas, savukārt, izraisa stresu darbā (cilvēkam grūti veikt precīzas darba operācijas, apgrūtināta garīga koncentrēšanās, tādēļ rodas sastrēgumi darbā).

Apskatīsim šādus trokšņu iedarbības neauditīvo seku veidus:

Respiratorās sekas: trokšņa iedarbība pastiprina elpošanas biežumu, kas normalizējas tūlit pēc trokšņa izbeigšanās.

Sirds un asinsvadu sistēmas traucējumi:

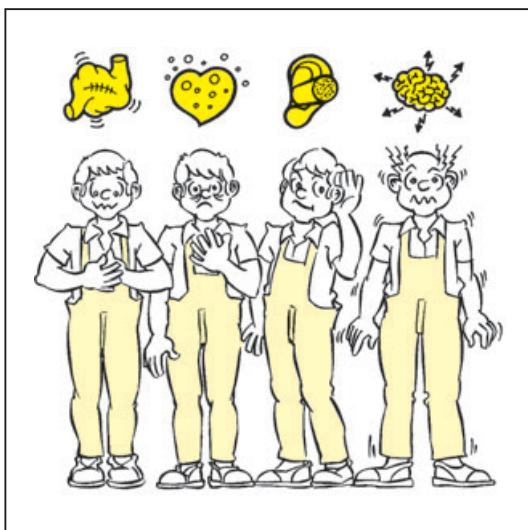
trokšņa iedarbība parasti rada paaugstinātu arteriālo spiedienu, veicina asinsvadu pārkalķošanos.

Gremošanas trakta bojājumi: trokšņa iedarbība var izraisīt kuņģa un divpadsmitsirkstu zarnas čūlu paasinājumus, skābuma palielināšanos kuņģa sulā.

Redzes traucējumi: paaugstināta trokšņa līmeņa iedarbība var izsaukt redzes asuma, redzes lauka un krāsu redzes traucējumus.

Endokrīnās sistēmas bojājumi: paaugstināta trokšņa līmeņa iedarbība var radīt izmaiņas sekrēcijas dziedzeru darbībā (hipofize, vairogdziedzeris, virsnieru dziedzeri), kas izpaužas kā hormonu koncentrāciju svārstības asinīs.

Nervu sistēmas traucējumi: paaugstināta trokšņa līmeņa iedarbība var radīt izmaiņas centrālajā nervu sistēmā (miega traucējumi, nogurums, nervozitāte, nemiers un seksuālie traucējumi). Krasi samazinās darbinieku koncentrēšanās spējas. Tas rada kļūdas darbā, un pieaug nelaimes gadījumi darbā.



Atbilstību skala

Cilvēks spēj uztvert skaņas signālus, kuru frekvence svārstās no 20 līdz 20000 Hz. Taču, kā minēts iepriekš, dzirdei, lai izpildītu savu galveno funkciju, t.i. sazināšanos ar sev līdzīgiem,

vislabāk uztver runas diapazona frekvences.

Tātad mūsu dzirde ļoti slikti uztver skaņas, kuras atrodas zemfrekvenču un augstfrekvenču joslā: 31,5; 63; 125; 250; 500; 8000 un 16000 Hz; un otrādi, ļoti labi tiek uztvertas skaņas, kuras atrodas vidējo frekvenču joslā: 1000, 2000 un 4000 Hz.

Tas nozīmē, ka ļoti zemu frekvenču skaņa subjektīvi tiek uztverta ar daudz zemāku intensitāti, nekā tā ir patiesībā. Tas pats notiek, ja skaņa ir ar ļoti augstu frekvenci. Vidējo un augsto frekvenču skaņas turpretī mēs uztveram ar lielāku intensitāti, nekā tā ir patiesībā. Praksē tas nozīmē, ka mūsu dzirde darbojoties, it kā gribētu mūs aizsargāt no akustiskās agresijas, uztverot skaņas signālu kā trauksmes vai aizsardzības mehānismu.

Ja trokšņa līmeņa mērišanas aparāts var to

**CILVĒKAM SKĀNAS UZTVERE,
KURA DARBOJAS SELEKTĪVI
ATKARĪBĀ NO FREKVENCES,
TIEK DEFINĒTA KĀ FIZIOLOGISKĀ
DZIRDES UZTVERE**

Atbilstību skala A			
Hz	dB	Hz	dB
20	-50,5	800	-0,8
25	-44,7	1000	0
31,5	-39,4	1250	+0,6
40	-34,6	1600	+1,0
50	-30,2	2000	+1,2
63	-26,2	2500	+1,3
80	-22,5	3150	+1,2
100	-19,1	4000	+1,0
125	-16,1	5000	+0,5
160	-13,4	6300	-0,1
200	-10,9	8000	-1,1
250	-8,6	10000	-2,5
315	-6,6	12500	-4,3
400	-4,8	16000	-6,6
500	-3,2	20000	-9,3
630	-1,9		

izmērīt tieši tāpat kā troksni, ko uztver cilvēka dzirde, tad mēs varam apgalvot, ka tas ir nokalibrēts atbilstoši mērījumiem fizioloģiskās uzveres līmeni.

Visuniversālākā fizioloģiskās atbilstības skala ir tā saucamā atbilstības skala A, kuru lieto vispārējā trokšņa (ekvivalentā trokšņa līmeņa) mērišanai.

Sastopamas arī citas atbilstību skalas, to mērītās parasti netiek izmantotas darba higiēnā. Starp tām var nosaukt atbilstību skalas B, C un D. Katrai no tām ir siksni specifisks pielietojums.

Jāatzīmē, ja trokšņa frekvenču spektra līmeniem, kuri mērīti decibelos, pieskaita vai arī no tā atņem iepriekšminētās atbilstības vērtības, un tādā veidā izmērītos līmeņus logaritmiski saskaita (tāpat kā rikojas ar decibeliem), tad kopējā summas vērtība tiek izteikta dBA skalā.

Kā piemēru apskatīsim troksni, kura frekvenču spektrs ir šāds:

Hz	dB	At (A)	dB (At)
31,5	114,4	-39,4	75
63	108,2	-26,2	82
125	101,1	-16,1	85
250	94,6	-8,6	86
500	90,2	-3,2	87
1000	86	0	86
2000	58,8	+1,2	60
4000	54	+1,0	55
8000	41,1	-1,1	40
16000	42,6	-6,6	36
Kopējais	115,5	-	92,5

Tas nozīmē, ka troksnim, kura vispārējais līmenis ir 115,5 dB, atbilst kopējais novērtētā trokšņa līmenis (A) 92,5 dBA. Tālāk, kad runāsim par pētījumiem darba higiēnas jomā, mēs izmantosim dBA. Divi vienāda akustiskā spiediena līmeņa trokšņi decibelos (dB) var būt ar dažādu kopējo skaņas spiediena līmeni decibelos A(dBA) gadījumā, ja tiem ir dažādi frekvenču spektri. Aplūkosim troksni, kuram ir šāds frekvenču spektrs:

Hz	dB	At (A)	Dif.
31,5	65	-39,4	25,6
63	70	-26,2	43,8
125	75	-16,1	58,9
250	80	-8,6	71,4
500	85	-3,2	81,8
1000	90	0	90
2000	95	+1,2	96,2
4000	100	+1,0	101
8000	105	-1,1	103,9
16000	110	-6,6	103,4
Kopējais	111	-	108

Troksnis ar vienādu skaņas spiediena līmeni decibelos, bet kura spektrā pārsvarā dominē zemās frekvences, atšķirībā no iepriekš aplūkotā, kura spektrā pārsvarā bija augstas frekvences, rezultātā būs ar atšķirigu kopējo akustiskā spiediena līmeni dBA.

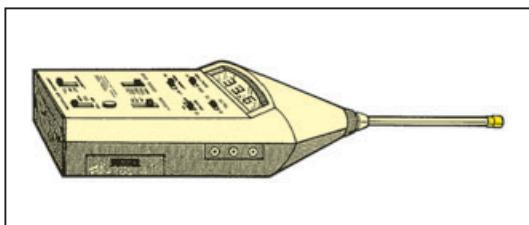
Hz	dB	At (A)	dB (At)
31,5	110	-39,4	70,6
63	105	-26,2	78,8
125	100	-16,1	8,9
250	95	-8,6	86,4
500	90	-3,2	8,8
1000	85	0	85
2000	80	+1,2	81,2
4000	75	+1,0	76
8000	70	-1,1	68,9
16000	65	-6,6	58,4
Kopējais	111	-	101

Kā redzējām, gadījumā ar troksni, kurā dominē augstas skaņas (augstas frekvences), atšķirība starp kopējiem līmeņiem dB un dBA nav liela – tikai 3 decibeli. Otrā gadījumā, kad dominē zemas skaņas (zemās frekvences), atšķirība starp diviem kopējiem trokšņa līmeņiem ir daudz lielāka – 10 decibelu.

Starpība, kas pastāv starp kopējiem trokšņa līmeņiem dB un dBA, raksturo īpašību, kura piešķir trokšņa frekvenču spektram. Samērā mazas atšķirības piešķir augstām skaņām, bet toties lielas atšķirības – zemām skaņām.

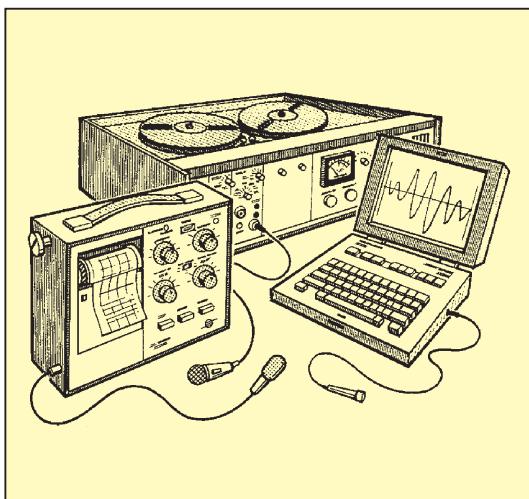
MĒRĪŠANAS IERĪCES

Ierīces, kuras izmanto trokšņa mērišanai, parasti tiek sauktas par trokšņa mēritājiem. Tās mēra akustiskā spiediena līmeni, uzrādot tā vērtības. Rezultātu var izteikt gan dB, gan dBA.



Trokšņa mēritāji var būt apriktoti ar sistēmām, kuras ļauj noteikt pētāmā trokšņa frekvenču spektru. Tādējādi mēs iegūstam informāciju par akustisko spiedienu, kurš ir katrā oktāvas vai trešdaļas oktāvas joslā. Līdz ar to iespējams daudz precīzāk novērtēt iespējamos trokšņu avotus, izstrādāt piemērotākos paņēmienus kolektīvajai aizsardzībai, izvēlēties individuālos aizsardzības līdzekļus ar lielāku garantiju, paaugstinot aizsardzības pasākumu efektivitāti.

Šo kvalitatīvo trokšņa analīzi iespējams veikt «*in situ*» (uz vietas) vai laboratorijā. Ja analīzi veic laboratorijā, tad iepriekš apstrādājamos datus ieraksta magnetofonā, uz papīra vai datorā.



Ja mūs interesē trokšņa līmenis, kura ietekmei cilvēks tiek pakļauts ilgākā laika periodā, tad šādos gadījumos parasti izmanto integrētos trokšņa mēritājus vai trokšņa dozimetrus. Pirms uzsākam lietot šos aparātus mums jāpārliecinās, ka tie ir darba kārtībā un ir kalibrēti. Pirmo nosacījumu var izpildīt, regulāri pārbaudot un pareizi uzglabājot mēraparātus. Otra nosacījumu (kalibrēšanu) mums ir jāveic katrreiz, pirms uzsākam mērījumus. Mēraparātu kalibrēšanu izdara, lietojot speciālas iekārtas, kuras ģenerē nepieciešamos akustiskā spiediena līmenus. Sastopamas iekārtas, kas spēj ģenerēt atsevišķas frekvences un arī visam spektram kopīgus skaņas spiediena līmenus.

**TIKAI PĒC BAROŠANAS ELEMENTU
STĀVOKĻA PĀRBAUDES UN
KALIBRĒŠANAS TROKŠNU MĒRĪTĀJS
VAR TIKT IZMANTOTS TROKŠNU
«LAUKA» MĒRĪŠANAI**

Šiem aparātiem ir dažāds trokšņa uztveršanas ātrums: SLOW skala (lēnā) ļauj izsekot un pareizi atspoguļot akustiskā spiediena līmeni, monotona trokšņa gadījumos FAST skala (ātrā) ļauj izsekot akustiskā spiediena līmena svārstībām, digitālās nolasīšanas gadījumā, kad spiediena līmenis ir nepastāvīgs un rādiņuma skaitli nepārtraukti mainās. PEAK skala, kā redzams no nosaukuma, paredzēta piķu jeb trokšņa maksimālo impulsu mērišanai. Tā seko trokšņa līmeņa svārstībām ar lielāku ātrumu, nekā iepriekšminētās skalas, un ļauj nolasīt rādītājus, jo skalu var apstādināt brīdī, kad uz ekrāna tiek uzrādīts maksimālais sasniegtais akustiskā spiediena līmenis. Šo skalu izmanto arī trieciena trokšņu mērišanai un tālākai to novērtēšanai.

Ar pilnīgu pārliecību var apgalvot, ka mēr-aparāta (trokšņu mēritāja) kvalitātes raksturlietu novērtēšanā galvenā sastāvdaļa ir tajā iebūvētais mikrofons. Tāpēc, strādājot ar to, jāpievērš uzmanība tam, kā tas tiek orientēts un

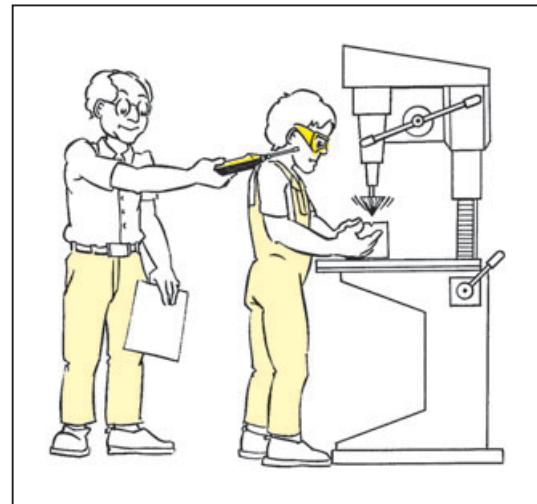
vai tas atbilst nepieciešamajām frekvencēm.

Pirms mērijumu uzsākšanas jāuzzīmē plāns, kurā norādīts, kā, kur un cik mērijumi veicami.

Kā veikt mērijumus? Mērijumi jāveic, izmantojot trokšņu mēritājus, kuri atbilst visām prasībām, atrodas lieliskā darba kārtībā un ir tikko nokalibrēti.

Kur veikt mērijumus? Mērijumi jāveic iespējamī tuvāk tā darbinieka ausij, kura darba vietu mēs vēlamies novērtēt. Mērijumi jāizdzara gan pie vienas, gan pie otras auss, lai atklātu visnelabvēlīgāko vietu (vietu ar vislielāko akustisko spiedienu). Tai pat laikā jācenšas neaizsegt troksni, kurš parasti vērsts uz darbinieku. Mērijumus var veikt darba vietā bez darbinieka klātbūthes. Tādos gadījumos ir jāpārliecinās, ka šis apstāklis nemaina parasto trokšņu fonu.

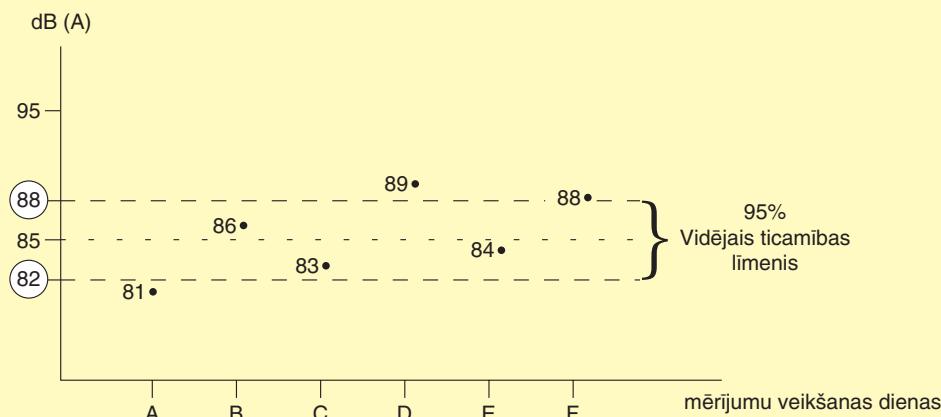
Kad veikt mērijumus? Mērijumi jāveic tad, kad mērišanas momentā esošie apstākļi atbilst tiem, kuri parasti ir pētāmajā darba vietā. Citādi izsakoties, – lai nenotiku nekas nepārasts, atšķirīgs no tā, kas notiek katru dienu, lai nebūtu daļēji vai pilnīgi bojātu darbgaldu, kuri strādā ar mazākiem vai lielākiem nekā parasti apgrizezieniem, lai nebūtu jaunu saspiesta gaisa vai tvaika strūklu, čīkstošu gultņu, kuri jau rīt



tiks nomainīti. Ja apstākļi ir atšķirīgi no parastajiem, tad mērijumi jāatliek līdz laikam, kad darba apstākļi atkal būs ikdienas.

Cik mērijumu ir jāizdzara? Mērijumi jāveic tik, cik nepieciešams, lai noteiktu vidējo trokšņa līmeni dotajā darba vietā, kas ļauj kompensēt nelielās, brižiem pat neuztveramās izmaiņas, kuras ir vienmēr, katru dienu un katru nedēļu. Tas darāms tādēļ, lai ar absolūtu ticamības pakāpi varētu novērtēt, kādā intervālā atrodas trokšņa līmenis darba vietā.

OPERATORA DARBA VIETA



NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI UN NORMATĪVI

Lai novērtētu trokšņa iedarbību un iespējamo risku, kuram tiek pakļauts darbinieks, kas atrodas noteikta trokšņa līmena apstāklos, jāievēro atbilstošas higiēniskās normas vai jāvadās pēc atbilstošu standartu prasībām. Trokšņa novērtēšanai var izmantot valsts pienēmotos standartus (dažādām valstīm tie var atšķirties), vai lietot starptautiskos standartus, piemēram, ISO 1996/1, kas tiek piemērots arī Latvijā.

Kas? Atbildība par darba vides trokšņa novērtēšanu jāuzņemas darba devējam.

Kā? Trokšņa mērišanai izmanto mēraparātu, kura atbilst šādām prasībām: uz aparāta jābūt norādei CEI 651, kuri ir aprīkoti ar nolasīšanas skalu SLOW un atbilstības skalu A («2 tipa» instrumentiem). Tomēr, ja iespējams, labāk izvēlēties «1 tipu». Integrēto trokšņu mēritāju gadījumā, uzrakstam jāatbilst CEI 804 «2 tipa» instrumentiem, bet labāk izvēlēties «1 tipu». Dozimetriem ir jāatbilst CEI 651 un 804 «2 tipa» instrumentu prasībām. Instrumentiem, kurus izmanto maksimālo jeb pīka līmeņu mērišanai ir jābūt ar reaģēšanas laika konstanti, kura nepārsniedz 100 milisekundes.

Šos trokšņu mēritājus var izmantot, novērtējot troksni, kurš tiek uzskatīts par stabili jeb pastāvīgu. Stabils troksnis ir tāds, kur starpība starp lielākajām un mazākajām vērtībām ir mazāka vai vienāda ar 5 dB. Visos citos gadījumos jāizmanto integrētie trokšņa mēritāji vai dozimetri, kuri summē dažādus trokšņa svārstību līmeņus, kā norādīts izteiksmē,

$$L_{A_{eq,d}} = \log \frac{1}{8} \sum_{i=1}^m T_i \cdot 10^{0.1 L_{A_{eq,T_i}}}$$

kur:

$L_{A_{eq,T_i}}$ – pastāvīgais akustiskā spiediena līmenis, kurš ir ekvivalents vidējam nomēritajam (A) trokšņa spiediena lielumam katram trokšņa tipam (i).

T_i – katra $L_{A_{eq,T_i}}$ iedarbības laiks

Piemērs: Darba vietā veic dažādus uzdevumus. Darba laikā, strādājot 8 stundas maiņā, nodarbinātais tiek pakļauts triju dažāda līmena trokšņu iedarbībai.

Pirmais uzdevums: piegādāt izejvielas plasta masas smalcinātājam 4 stundas dienā. Trokšņa līmenis šī uzdevuma izpildes laikā, kura iedarbībai tiek pakļauts nodarbinātais, ir 102 dBA.

Otrais uzdevums: ieelot un veikt profilaktiskos pasākumus, apkalpojot dzirnavas. Šis darbs vidēji aizņem 0,5 stundas. Trokšņa līmenis šī uzdevuma izpildes laikā, kura iedarbībai tiek pakļauts nodarbinātais, ir 89 dBA.

Trešais uzdevums: sakārtot noliktavā dažādas izejvielas, kuras tiek izmantotas ražošanas procesā. Šis darbs vidēji aizņem 3 stundas dienā. Trokšņa līmenis šī uzdevuma izpildes laikā, kura iedarbībai tiek pakļauts nodarbinātais, ir 87 dBA.

Nodarbinātajam pusdienošanai un personīgajām vajadzībām paredzētas 0,5 stundas. Trokšņa līmenis tajā laikā ir 78 dBA.

Aprēķinot ikdienas ekvivalentā trokšņa līmeni vērtību, lietojot augšminēto formulu, iegūstam, ka ikdienas ekvivalentā trokšņa līmena vērtība ir 99 dBA.

Tātad atrašanās 4 stundas trokšņainā vidē, neskototies uz pārējiem samērā zemiem trokšņa līmeniem, varētu izraisīt nopietrus veselības traucējumus nodarbinātajam, jo 99 dBA ikdienas ekvivalentā trokšņa līmena vērtība tiek vērtēta kā pārāk augsta.

Ja trokšņa līmena svārstības mainās vairāku dienu laikā, ekvivalento vērtību atrod, lietojot šādu izteiksmi,

$$L_{A_{eq,S}} = \log \frac{1}{5} \sum_{i=1}^m T_i \cdot 10^{0.1 L_{A_{eq,di}}}$$

kur:

m – to dienu skaits nedēļā, kad nodarbinātais pakļauts trokšņa ietekmei;

$L_{A_{eq,di}}$ – ekvivalentais dienas līmenis noteiktā dienā (i).

Aprēķini tiek veikti pēc shēmas kā iepriekšējā gadījumā. Rezultāti tiek iegūti, summējot nevis trokšņu līmenus, kuru iedarbībai nodarbinātais tiek pakļauts, izpildot katru darba uzdevumu, bet gan dažādu dienu trokšņa līmenus.

Iedarbības laikam, kurš ir mainīgs 8 stundu darba dienā, dienas ekvivalentais trokšņa līmenis tiek izskaitlots, lietojot šādu izteiksmi,

$$L_{A_{eq} \cdot d} = L_{A_{eq} \cdot T} + 10 \log \frac{T}{8}$$

kur:

T – laiks, kurā nodarbinātais tiek pakļauts konkrētā trokšņa iedarbībai.

Piemērs: nodarbinātais tiek pakļauts trokšņa līmena iedarbībai 96 dBa 2 stundas dienā. Pārējā darba laikā viņš trokšņa iedarbībai netiek pakļauts. Kāds būs dienas ekvivalentais trokšņa līmenis šajā darba vietā? Lietojot augšminēto izteiksmi, mēs izskaitlojam, ka dienas ekvivalentais trokšņa līmenis ir 90 dBa.

Bet, kas notiek gadījumā, ja nodarbinātais ir pakļauts trokšņa līmena iedarbībai 88 dBa 12 stundas maiņā? Lietojot to pašu izteiksmi, mēs iegūstam 90 dBa, kas ir dienas ekvivalentā trokšņa līmena vērtība.

Šis piemērs, pirmkārt, apliecinā faktu, ka, lai novērtētu trokšņa iedarbību, jāņem vērā ne tikai trokšņa līmenis, kuram tiek pakļauts nodarbinātais, bet arī laiks, kurā šī iedarbība norisinās. Augsts trokšņa līmenis īsā laika posmā var dot mazāku dienas ekvivalento trokšņa līmeni (mazāk bīstams dzirdei), nekā citi, pieņēram, daudz zemāki trokšņa līmeni, bet kuru iedarbība turpinās daudz ilgāku laiku.

**NOVĒRTĒJOT TROKŠŅA IEDARBĪBU,
BŪTISKA NOZĪME IR SANEMTAJAI
DEVAI VISĀ TROKŠŅA
IEDARBĪBAS LAIKĀ**

Kad? Sākotnējo novērtēšanu ir nepieciešams veikt (dienas ekvivalentā trokšņa līmena mērišanu) visās darba vietās un visās darbības jomās, izņemot gaisa un ūdens transporda ekipāžas.

Sākotnējos mēriņumus nav nepieciešams veikt, ja ir acīmredzams, ka dienas ekvivalentais trokšņa līmenis darba vietā ir zemāks par 80 dBa.

Konstatējot, ka dienas ekvivalentais trokšņa līmenis (DETL) noteiktā darba vietā ir augstāks par 90 dBa, nekavējoši jāveic tūlītēji uzlabojoši pasākumi, lai samazinātu risku. Atkārtoti mēriņumi jāveic ne vēlāk kā pēc gada. Ja DETL ir zemāks par 90 dBa, bet augstāks par 85 dBa, gluži tāpat ir nepieciešams veikt atkārtotus mēriņumus gada laikā. Bet, ja DETL ir augstāks par 80 dBa, bet zemāks par 85 dBa, tad atkārtoti mēriņumi ir jāveic trīs gadu laikā.

Darbiniekiem, kuri pakļauti darbam trokšņainā vidē jāizdara obligātās veselības pārbaudes. Darbiniekiem, kuri pakļauti 80–85 dBa lielam troksnim, obligātā veselības pārbaude jāveic reizi trijos gados; darbiniekiem, kuri pakļauti attiecīgi troksnim 85–87 decibeli – reizi divos gados, bet tiem, kas pakļauti 87 decibelu un lielākam troksnim – reizi gadā. Audiometrija nodarbinātajiem, ja trokšņa līmenis ir 80–85 dBa, tiek veikta pēc indikācijām, bet, ja trokšņa līmenis ir vairāk nekā 85 dBa – tiek veikta obligāti.

**VISIEM NODARBINĀTAJIEM, KURI
TIKS VAI TIEK PAKĻAUTI TROKŠΝA
IEDARBĪBAI, IR JĀVEIC OBLIGĀTĀ
VESELĪBAS PĀRBAUDE**

Nepieciešams veikt papildus pārbaudi darbiniekiem gadījumā, ja maksimāla trokšņa spiediena līmena vērtība pārsniegusi 140 dB, un individuālās aizsardzības līdzekļi netika lietoti.

Veicot audiometrisko kontroli atbilstoši 1983. gada normatīviem ISO 6189, kurā ietvertas arī 8000 Hz frekvences, jāizdara tirotonu audiometrija (dzirdamības sliekšņa noteikšana skaņai izplatoties gaisa vidē). Var izdarīt audiometriju atbilstoši 1975.gada ISO 389 norādēm.

Trokšņu mēritājiem (rokas un automātiskajiem) jābūt kalibrētiem, tiem ir jāveic tehniskā apkope atbilstoši norādēm ISO 6189 (1983. gads), ISO 389 (1975. gads). Uz mēraparā-

tiem obligāti jābūt norādei CEI 645.

Cik mērījumu? Sākotnējā trokšņa līmeņa novērtēšana ir jāveic darba vietā, kurā pastāv pamatota iespējamība, ka katras dienas ekvivalentais trokšņa līmenis pārsniedz 80 dBA vai trokšņa maksimumvērtības ir 140 dB. Jāpārliecinās par to, ka mērījumos iegūtās līmeņa vērtības ir tipiskas troksnim, kura iedarbībai ir paklauts nodarbinātais.

Visu medicinisko informāciju un datus par apkārtējo vidi ir nepieciešams darīt zināmu nodarbinātajiem, kas pakļauti trokšņa iedarbībai, kā arī uzticības personām un darba aizsardzības speciālistam. Darba devējam ir pienākums organizēt šīs informācijas apkopošanu un glabāšanu. Tai ir jāglabājas ne mazāk kā 45 gadus. Šīs pienākums attiecas arī uz jauno darba devēju, kurš pārņem iepriekšējā vadītāja uzņēmumu.

Šiem arhīviem jābūt pieejamiem Valsts darba inspekcijai, Valsts sociālās apdrošināšanas aģentūrai, Sabiedrības veselības aģentūrai un Darba un vides veselība institūtam, kā arī uzņēmuma struktūrvienībām, kuras atbild par darba aizsardzību un darbinieku pārstāvjiem. Izņēmums ir gadījumi, kad dati, kuri attiecas uz veselības pārbaudi, satur konfidenciālu medicīniska rakstura personīgu informāciju. Šādai informācijai jābūt pieejamai tikai medicīniskajam personālam, kurš veic nodarbināto veselības pārbaudi, izņemot gadījumus, kad šāda informācija tiek sniegta anonīmi.

Cik bieži? Jāņem vērā, ka pat ikdienā, izpildot vienu un to pašu darbu uz vienām un tām pašām iekārtām, dažādās dienās veikto mērījumu rezultāti būs atšķirīgi. Rezultātu atšķirību

izraisa tas, ka trokšņa līmenis, kurš pastāv darba vietā, mainās atkarībā no noteiktām varbūtībām. Tāpēc, veicot vairākus mērījumus un datus apstrādājot ar statistiskām metodēm, iespējams ar noteiktu uzticamības pakāpi izskaitlot diapazonu, kurā atrodas mērāmās vērtības.

Cits iedarbības novērtēšanas paņēmiens ir 0/1 MPV (maksimālās pieļaujamās vērtības) izskaitlošana, ko var aprēķināt pēc jebkuras no sekojošajām formulām:

$$0/1 \text{ MPV} = \text{antilog} \left(\frac{L_{Aeq,d} - 90}{10} \right)$$

$$0/1 \text{ MPV} = \frac{T \text{ iedarbības (h/diena)}}{T \text{ iedarbības}_{\text{maks. piel.}} \text{ (h/diena)}}$$

kur:

maksimālais iedarbības laiks (TB_{mp})

$$TB_{mp} = 8 \cdot 10^{\frac{90 - L_{Aeq,T}}{10}}$$

$L_{Aeq,T}$ – pastāvīgais vidēji noteiktais akustiskā spiediena līmenis (A).

Darba vietā izskaitlotais 0/1 MPV ir vienāds ar 0/1 MPV summu visiem darba uzdevumiem, kurus veic dotajā darba vietā, un kuriem ir dažādi trokšņa līmeņi.

Trokšņa iedarbībai, kura $L_{Aeq,d}$ ir vienāds ar 90, 0/1 MPV vērtība būs vienāda ar 1. Vērtības, kuras ir lielākas par 1, nozīmē, ka normas ir pārsniegtas, tas nozīmē, ka $L_{Aeq,d}$ pārsniedz 90 dBA, un otrādi.

DARBA APSTĀKĻU UZLABOŠANA UN DARBINIEKU AIZSARDZĪBA

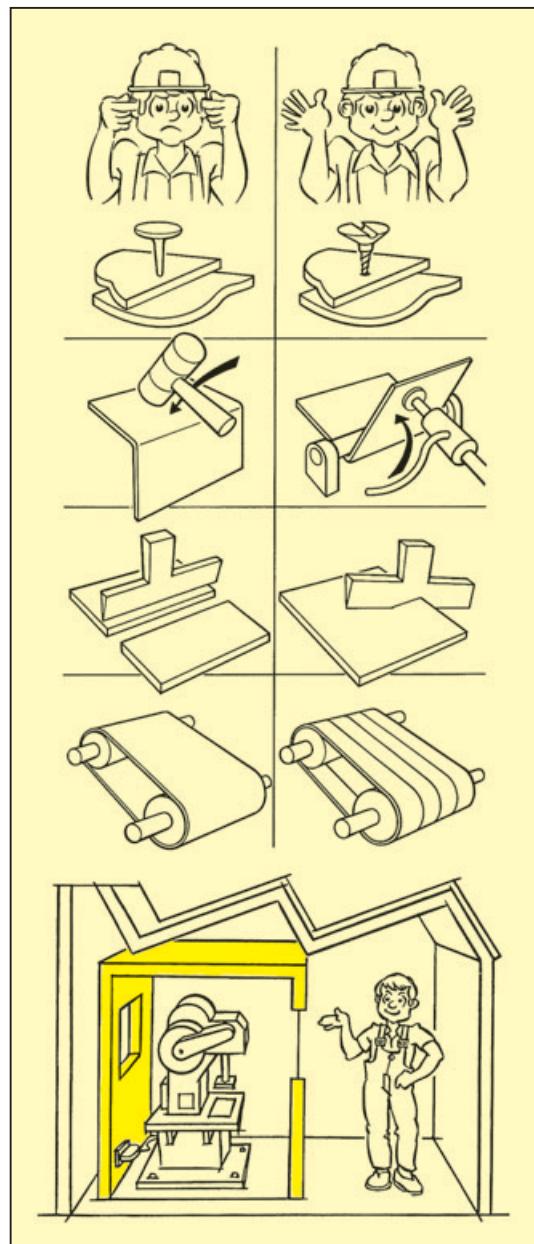
Lai samazinātu trokšņa negatīvo ietekmi uz cilvēkiem, nepieciešams veikt virkni pasākumu, kuri vērsti uz ikdienas ekvivalentā trokšņa līmeņa samazināšanu. To var panākt ar dažādiem paņēmieniem: samazinot akustiskā spiediena līmeni tā rašanās avotā, samazinot akustiskā spiediena līmeni vidē, kurā troksnis izplatās no avota līdz receptoram, un samazinot akustiskā spiediena līmeni pie receptora (nodarbinātajam).

Kā sākotnēji samazināt akustiskā spiediena līmeni?

Šī mērķa sasniegšanai daudzos gadījumos nav nepieciešami lieli pētījumi inženiertehniskajā jomā. Var aprobežoties ar šādiem paņēmieniem:

- divu detaļu savienošanai izmantot skrūvi nevis naglu, jo process tad ir mazāk trokšnains;
- metāla detaļu (plākšņu) locīšanai izmantot šim nolūkam paredzētos palīglīdzekļus un instrumentus, nevis darīt to ar sitienu palīdzību, piemēram, lietojot āmuru;
- metāla detaļas griešanai izmantot nevis perpendikulāri novietotu griezni, bet izdarīt virzes kustību ar slīpi novietotu griezni;
- uzpildot metāla konteineru ar metāla detaļām, nemest tās vienkārši konteinerā, bet detaļu krišanas vietā nolikt materiālu, kurš absorbē troksni;
- jāatceras, ka labāk ir pieļaut neliela izmēra priekšmetu, nekā liela izmēra priekšmetu vibrāciju. Tādēļ labāk ir izmantot transportiera lento, kuras pamats visā tās platumā ir veidots no vairākām, savstarpēji neatkarīgām joslām, nekā tādu lento, kuras pamatā ir tikai viena josla.

Pastāv gadījumi, kad nepieciešams izmantot daudz sarežģītākus inženiertehniskus risinājumus. Tādi, piemēram, var būt: speciālu izolatoru konstruešana trokšnainiem darbgaldiem, kuri iespēju robežas izslēdz nodarbinātā atrašanos to iekšpusē; nepieciešamo aizsardzības



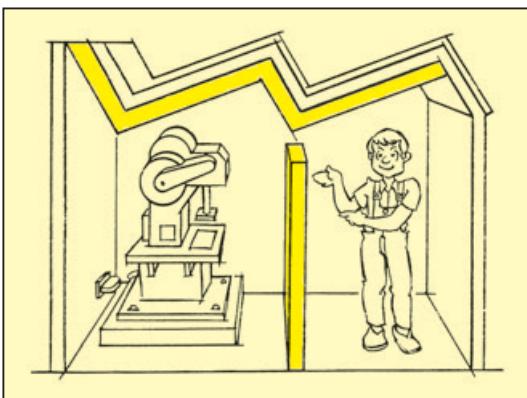
pasākumu veikšana, ierobežojot trokšņa izplatīšanos tieši pa gaisu, atstarošanos no sienām, grīdām, griestiem un citām telpas virsmām; pasākumi, kas ierobežo trokšņa no-

kļūšanu pa grīdām un sienām citās telpās vai citās darba vietās.

Kā samazināt akustiskā spiediena līmeni, tam izplatoties?

Lai panāktu akustiskā spiediena līmeņa samazināšanos trokšņa izplatīšanās laikā, ieteicams izmantot šādus divus paņēmienus: pirmkārt – novietot skaņu slāpējošas barjeras starp avotu un receptoru, otrkārt – maksimāli atvīrīt tos vienu no otru, palielinot attālumu.

Pats vienkāršākais paņēmiens ir – novietot starp nodarbināto un trokšņainu darbgaldu noteikta augstuma aizslietni, kurš absorbē skaņu. Jāraugās, lai slāpējošā materiāla absorbējošās īpašības būtu maksimālās trokšņa dominējošo frekvenču robežās. Jāatceras – jo lielāka ir absorbējošā virsma, kuru mēs izvietojam trokšņa pārvades ceļā, jo lielāks būs trokšņa slāpēšanas efekts.

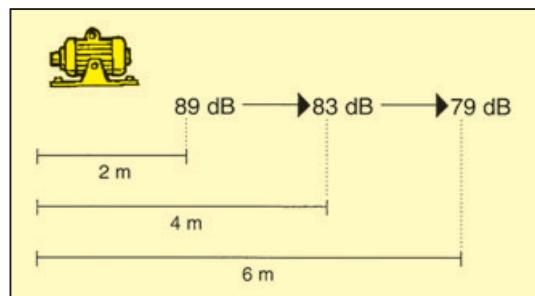


Sienu un giestu (vai vismaz – to daļas) apšūšana ar skaņu absorbējošiem materiāliem arī ir pietiekoshi efektīvs trokšņa samazināšanas paņēmiens tā izplatīšanās ceļā.

Nostiprinot trokšņainu un vibrējošo darbgaldu uz telpas grīdas ar speciālu vibrācijas slāpējošu paliktņu palīdzību, mēs varam izvairīties no darbgaldam tuvu stāvošo virsmu iesaistīšanas vibrācijā.

Jāpalieina attālums starp trokšņa avotu un receptoru, jo skaņas enerģija tiek vājināta uz pusi proporcionāli attāluma kvadrātam. Piemēram, ja 2 metru attālumā no darbgalda trokšņa

līmenis ir 89 dB, tad, novietojot šo darbgaldu 4 metru attālumā, trokšņa līmenis būs 83 dB, bet 8 metru attālumā – 79 dB.

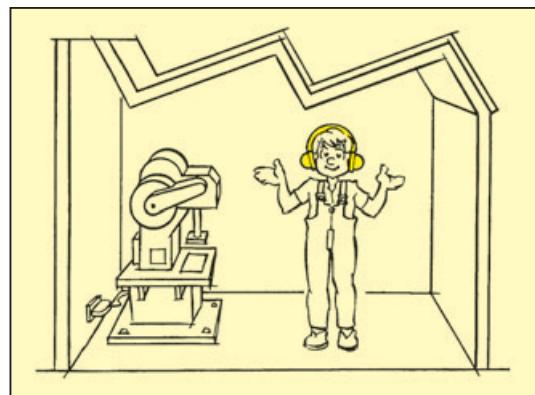


Kā samazināt akustiskā spiediena līmeni pie receptorja?

Pirmkārt, nepieciešams konstruēt akustisko izolatoru, kurš aizsedz visu darba vietu un ir izgatavots no materiāliem, kuri optimāli absorbē doto troksni. Šeit jāņem vērā ne tikai sienas, bet arī grīda un griesti, kā objekti, kuri ir aizsargājami trokšņa izplatīšanās ceļā. Tāpat darbiniekus var arī apgādāt ar individuālajiem dzirdes aizsardzības līdzekļiem (ausu aizsargiem – antifoniem vai mīkstiem ausu ieliktniem). Ja tos pareizi izvēlas, var panākt vērā nemamu akustiskā spiediena līmeņa samazināšanos.

Šajā gadījumā, pirms tiek izdarīta noteiktu individuālo aizsardzības līdzekļu izvēle, ir nepieciešams zināt trokšņa frekvenču spektru un izmantošanai paredzētā individuālā aizsardzības līdzekļa slāpēšanas spektrus.

Ausu aizsargi var sniegt drošu un daudz-



veidīgu aizsardzību atkarībā no trokšņa, kura iedarbībai tiek pakļauts nodarbinātais.

Tādēļ, lai izskaitļotu trokšņa līmeni, kura iedarbībai tiek pakļauts nodarbinātais, kas izmanto dzirdes aizsardzības līdzekļus, ir nepieciešams no apkārtējās vides trokšņa atskaitīt decibelus, kurus aizsardzības līdzeklis absorbē katrā oktāvas joslā un tālāk logaritmiski jāsummē decibeli, kuri katrā no joslām palikuši. Starpība starp kopējo apkārtējās vides trokšņa līmeni un kopējo absorbētā trokšņa līmeni ir faktisks dzirdes aizsardzības līdzekļa radītais trokšņa vājinājums.

Jāatzīmē, ka pat pareizi izvēlētu dzirdes aizsardzības līdzekļu izmantošana noteiktā darba vietā atbilstoši normatīviem, nemaina šis darba vietas administratīvo klasifikāciju attiecībā uz trokšņa iedarbību. Citādi izsakoties, dienas ekvivalentais trokšņa līmenis darba vietā ir tāds, kāds tas ir.

Dzirdes aizsardzības līdzekļi nodrošina specifisku un pieļaujamu trokšņa vājināšanas līmeni tikai tādā gadījumā, ja tie tiek pareizi izmantoti un tiek ievēroti to uzglabāšanas noteikumi. Tas ir sevišķi svarīgi, ja runa ir par mīkstajiem ausu ieliktņiem.

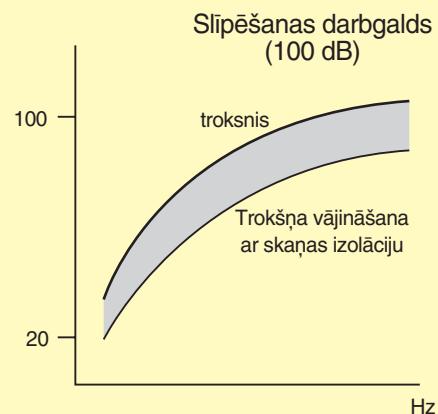
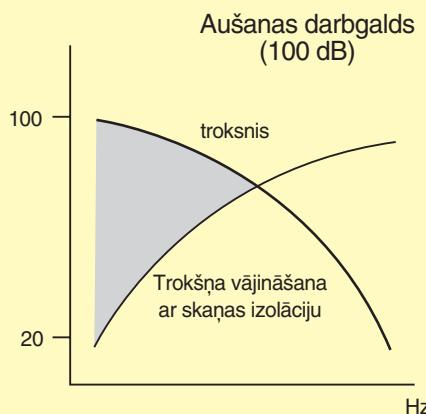
Atbilstoši Eiropas Savienības (ES) normām, jebkuram individuālajam dzirdes aizsardzības līdzeklim, ir jābūt sertificētam iestādē, kura ir akreditēta ES. Tam jābūt marķētam ar nenomazgājamu sertifikāta numuru, kurš sastāv no sākuma burtiem «CE», aiz kuriem seko divi pēdējie gada cipari un vēl trīs viencipara skaitli, kuri atbilst sertifikāta izsniegšanas iestādei.

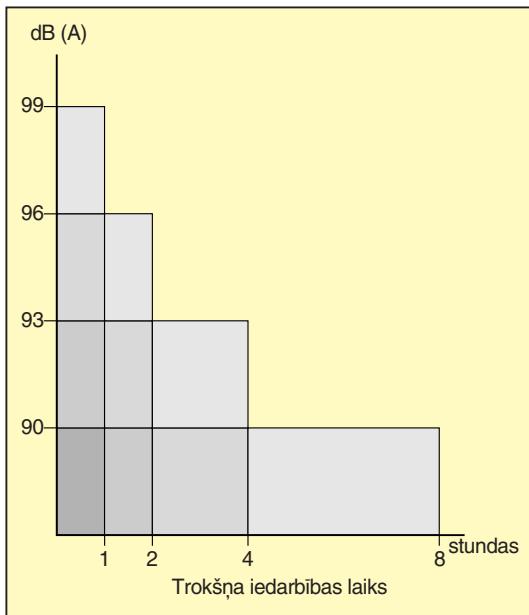
Lai izmainītu dienas ekvivalentā trokšņa līmeni, var saisināt laiku, kurā strādnieks tiek pakļauts trokšņa iedarbībai, veicot darba maiņu. Dienas trokšņa līmenis, kurš ekvivalent斯 90 dBA, tāpat var tikt sasniegts ja:

- trokšņa iedarbība ilgst 8 stundas dienā pie 90 dBA līmeņa;
- trokšņa iedarbība ilgst 4 stundas dienā pie 93 dBA līmeņa;
- trokšņa iedarbība ilgst 2 stundas dienā pie 96 dBA līmeņa;
- trokšņa iedarbība ilgst 1 stundas dienā pie 99 dBA līmeņa;
- trokšņa iedarbība ilgst 0.5 stundas dienā pie 102 dBA līmeņa;

Latvijā maksimāli pieļaujamais trokšņa ekspozīcijas līmenis ir 87 dBA.

DIVI VIENĀDI TROKŠNI





**TROKŠŅA LĪMENA PAAUGSTINĀŠANĀS
PAR 3 DECIBELIEM
UZ PUSI SAĪSINA MAKSIMĀLI
PIEĻAUJAMO LAIKU,
KURU VAR PAVADĪT ŠAJĀ TROKSNĪ**

Darba devējam jāinformē nodarbinātie par trokšņa līmeniem, kuru iedarbībai viņi tiek pakļauti, kā arī par veiktajiem kolektīvajiem un/vai individuālajiem aizsardzības pasākumiem. Gadijumā, ja tiek lietoti individuālie aizsardzības līdzekļi, sevišķa uzmanība ir jāpievērš tam, lai nodarbinātie būtu informēti par šo aizsardzības līdzekļu uzglabāšanas noteikumiem un prettrocšņa aizsardzības raksturlielumiem. Būtiska nozīme ir darbinieku apmācībai par individuālo aizsardzības līdzekļu lietošanu.

SITIENU TROKSNIS

Par sitienu troksni uzskata jebkuras intensitātes spiediena svārstības, kurām ir ļoti īss iedarbības laiks. Piemēram, tāds ir troksnis, ko izraisa šāvieni no šaujamieročiem, vai arī preses matricas triecieni pret presējamo materiālu. Faktiski tas ir impulsveida troksnis.

Raksturlielumi

Sitienu trokšņa raksturīgie parametri ir «pīķa» (trokšņa impulsa) līmenis un frekvence.

Pīķa līmenis (dB pik) – tas ir akustiskā spiediena līmenis, ko izsaka decibelos ar šādas izteiksmes palīdzību:

$$\text{dB pik} = 10 \log \left(\frac{P_{\max}}{P_0} \right)^2$$

kur:

$$P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Nw/m}^2 \text{ (paskāli)}$$

Lai sekmīgi izmēriju P_{\max} , trokšņu mēritājam

ir jābūt ar laika konstanti, kura ir mazāka par 100 mikrosekundēm.

frekvence (n) – ir sitienu skaits sekundē, kuru iedarbībai tiek pakļauts nodarbinātais katrā trokšņa impulsa līmeņa laikā.

**JA SITIENU FREKVENCE
IR PAAUGSTINĀTA ($n > 1$),
TAS TIEK UZSKATĪTS PAR
PASTĀVĪGAS IEDARBĪBAS TROKSNI**

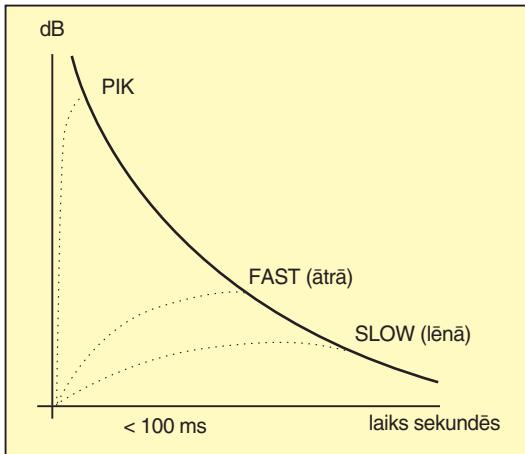
Ieteikme uz dzirdi

Sitienu jeb impulsveida trokšņa iedarbība uz dzirdi, gluži tāpat kā pastāvīga trokšņa apstākļos, ir proporcionāla skaņas enerģijai jeb trokšņa spiediena līmenim.

Mēraparāti

Trokšņa mēritāji, kurus lieto impulsveida trokšņa mērišanai, spēj iegūt datus ar ātru mu, kurš atbilst pīķa līmeņa uztveršanas āt-

rumam, un attēlot mēriju vērtības uz ek-rāna ar aizturi.



Novērtēšanas kritēriji

Trokšņa piķa līmenis tiek ierobežots līdz 140 dB impulsa laikā. Tādā veidā, sitienu trokšņu līmeni, kuri pārsniedz šo vērtību ir nepieļaujami. Netiek ierobežoti un regulēti sitienu skaiti, kuru piķa līmenis ir zemāks.

Lai novērtētu, kādā veidā atrašanās sitienu trokšņa iedarbībā rada dzirdes traucējumus, var izmantot Amerikas Valsts Rūpniecības Higiēnu konferencē TLV (American Conference of Governmental Industrial Hygienists – AVRHK) pieņemtos parametrus, kuri rekomendē, lai atrašanās impulsveida trokšņa iedarbības zonā nepārsniegtu šādas vērtības:

Skaņas līmenis, dB	Maksimālais sitienu skaits dienā
140	100
130	1000
120	10 000

Citām vērtībām maksimālais sitienu skaits dienā tiek aprēķināts pēc formulas:

$$\text{Maksimālais sitienu skaits dienā} = 10^{160 \cdot \text{dB pik}/10}$$

Trokšņa iedarbības novērtēšana

Lai novērtētu impulsveida trokšņa iedarbību, atbilstoši AVRHK kritērijam, var izskaitīt 0/1 MPI (Maksimāli pieļaujamā iedarbība) katram sitienu trokšņa līmenim, kura iedarbībai darbinieks tiek pakļauts. 0/1 MPI tiek aprēķināta sekojoši:

$$0/1 \text{ MPV} = \frac{\text{Sitienu skaits dienā}}{\text{Maksimāli pieļaujamais sitienu skaits dienā}}$$

kur:

sitienu skaits dienā – kopējais sitienu skaits katram trokšņa līmenim, kurš iedarbojas uz nodarbināto.

Dienā maksimāli pieļaujamais sitienu skaits: maksimālais sitienu skaits, kurš tiek atrasts pēc iepriekš minētās izteiksmes vai tabulas.

Kopējam trokšņa iedarbības novērtējumam sevī jāietver summa no 0/1 MPI katram sitienu trokšņa līmenim ar sitienu skaitu dienā. Ja vienlaikus uz nodarbināto iedarbojas arī pastāvīgais troksnis, tad rezultātam jāpieskaita arī attiecīgais 0/1 MPI pastāvīgajam troksnim.

Viss par darba aizsardzību

<http://osha.lv>

VIBRĀCIJA

8

VIBRĀCIJA

Vibrācija ir materiālo daļiņu (cetas vielas, šķidrumu, gāzes) svārstības un to kustības.

Vibrāciju raksturo frekvence un amplitūda. Frekvence ir svārstību skaits sekundē. To mēra hercos (Hz): $1\text{Hz} = 1 \text{ svārstība/sekundē}$.

Praksē sastopama vibrācija, kur laikā mainās gan svārstību amplitūda, gan frekvence.

Bieži svārstībām ir impulsu vai grūdienveida raksturs (kvaziperiodiskas svārstības). Tādēļ vibrācijas pilnīgākai raksturošanai ieviesti šādi

DARBA HIGIĒNĀ PRAKSTISKA NOZĪME IR VIBRĀCIJAI, KURAS SVĀRSTĪBU FREKVENCE IR ROBEŽĀS NO 1 LĪDZ 1500 Hz.

lielumi, kas nosaka vibrācijas intensitāti:

- vibropaātrinājums, m/s^2 ;
- vibroātrums, m/s ;
- vibronovirze, m .

VIBRĀCIJAS IETEKME UZ ORGANISMU

Vibrācijas var negatīvi ietekmēt nodarbināto. Vispirms parasti cieš tā ķermeņa daļa, uz kuru

iedarbojas vibrācija. Iedarbības lielums ir proporcionāls vibrācijas amplitūdai (vibronovirzei).

MĒRĪŠANAS IERĪCES

Iekārtas vibrācijas mērišanai sastāv no pjezopārveidotāja vai paātrinājuma mēritāja, paātrinājuma signāla integratora un nolasīšanas skalas. Pie mēraparatūras var būt pievie-

nots frekvences analizators.

Ierīces, kas tiek izmantotas trokšņa mērišanai, var tikt izmantotas arī vibrācijas mērišanai.



VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Pastāv dažādi vērtēšanas kritēriji ar augstu tehnisko precizitāti, kas nosaka vibrācijas negatīvās iedarbības pieļaujamo robežu uz jebkuru ķermēņa daļu, kā arī frekvenci, kurā vibrācija izplatās.

Lokālā vibrācija vai vibrācija, kas iedarbojas uz roku un plaukstu

Lai novērtētu vibrācijas negatīvo ietekmi uz roku un plaukstu, var izmantot Starptautiskās standartu organizācijas (ISO) vai citās valstis pieņemtos standartus un normas, piemēram, ISO 5349 (1986.).

(a) *Laiks, kurā vibrācija pilnībā tiek pārvadīta caur rokām katru dienu (nepārtraukti vai ar pārtraukumiem)*

(b) *Parasti viena no vibrācijas asīm dominē pār abām pārējām. Vērā tiek ņemts visnelabvēlīgākais lielums.*

(c) $g = 9,81 \text{ m/s}$ (*brīvās krišanas paātrinājums*).

Jāatzīmē, ka Starptautiskās standartu organizācijas pieņemtie vibrācijas kritēriji neatbilst Stokholmā pieņemtai plaukstas vibrācijas sindroma klasifikācijai pēc vaskulārā un senso-neirālā komponenta (attiecībā uz Reino sindro-

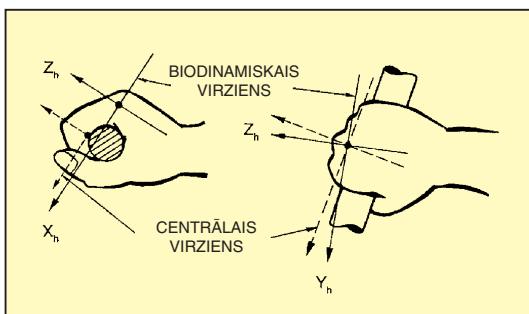
Vibrācijas ietekmes uz roku maksimāli pieļaujamie parametri X, Y vai Z asu virzienā

Pilns iedarbības ilgums diennaktī (a)	Vibropaātrinājuma maksimāli pieļaujamā vērtība vidējā kvadrātiskā vērtība (b), kuru nav ieteicams pārsniegt	
	a Keq m/s²	g (c)
No 4 līdz 8 stundām	4	0,40
No 2 līdz 4 stundām	6	0,61
No 1 līdz 2 stundām	8	0,81
Mazāk par stundu	12	1,22

mu, jeb «bālo pirkstu sindromu» vibrācijas ietekmes sākuma stadijā).

Tā kā katra cilvēka jutīguma slieksnis ir atšķirīgs, tad minētos lielumus nedrīkstētu uzskatīt par stingru robežu starp drošo un bīstamo līmeni.

VIBRĀCIJAS IETEKME UZ NODARBINĀTĀ ORGANISMU		
Vibrācijas frekvence	Mašīnas, iekārtas vai transportlīdzekļi, kas rada vibrāciju	Negatīvā ietekme uz organismu
Ļoti zema frekvence < 1 Hz	Transportlīdzekļi: lidmašīnas, vilcieni, kuģi, automašīnas.	Iedarbojas uz vidusauss labirintu. Izraisa nelielus centrālās nervu sistēmas (CNS) traucējumus: galvas reiboni, sliktu dūšu un vemšanu.
Zema frekvence 1 – 20 Hz	Pasažieru un kravas pārvadāšanas līdzekļi. Rūpniecības transportlīdzekļi, vagonetes u.c. Traktori un lauksaimniecības mašīnas. Iekārtas un transportlīdzekļi, ko izmanto celtniecībā.	Lumbago, krika, bruka, disku trūce. Pastiprina muskuļu un skeleta sistēmas ievainojumus un novēd pie patoloģiskām izmaiņām, kas saistītas ar atrašanos piespiedu darba pozā. Neiroloģiskie simptomi: cerebrālā ritma izmaiņas, līdzsvara traucējumi. Redzes orgānu traucējumi.
Augsta frekvence 20 – 1000 Hz	Rokas instrumenti, kas veic rotējošas vai pamīšus kustības un sitienus, piemēram, smalcināšanas, pulēšanas un ēvelēšanas darbarīki, kā arī motorzāģi un atskaldāmie āmuri.	Izmaiņas, ko nosaka ar rentgenoskopijas palīdzību, piemēram: elkoņa artroze. Plaukstas pamatnes locītavas bojājumi, piemēram, pusmēness malācija vai plaukstas locītavas kaulu osteonekroze. Perifēriskās nervu sistēmas bojājumi izpaužas kā pazemināta taktīlā, vibrācijas, sāpju un temperatūras jušana. Parādās «bālo pirkstu» sindroms vienai vai abām rokām. Paaugstināta kuņķa slimību iespējamība.



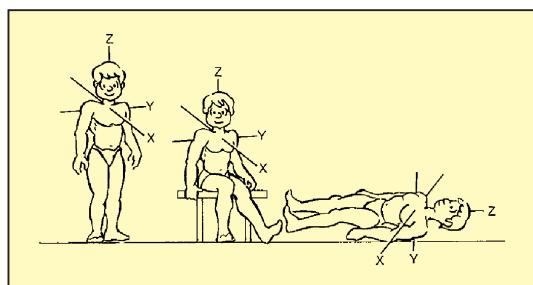
Vibrācijas, kas iedarbojas uz visu ķermenī (vispārējā vibrācija)

Vibrācijas novērtēšanai, kas iedarbojas uz visu ķermenī, var izmantot kritērijus, kas ietverti starptautiskā standartā ISO 2631 (1978). Standarts nosaka paātrinājuma limitu attiecībā uz dažādu vibrācijas iedarbības laiku frekvenču joslā starp 1 un 80 Hz atkarībā no koordinātu ass, kuras virzienā vibrācija izplatās (x, y, z). «Noguruma izraisīto darbaspēju samazinā-

šanās» robeža ir nosacījums, kad nedrīkst tikt pārsniegts vibropaātrinājums nevienā no frekvencēm noteiktā laika posmā. Šis nosacījums nav uzskatams par robežu starp drošību un bīstamību. Tas ļauj mums apgalvot, ka lielākai daļai nodarbināto darbaspējas noguruma dēļ nemazināsies.

«Noguruma izraisītās darbaspējas samazināšanās» robežvērtība, kas reizināta ar 2, ir uzskatāma par maksimālo paātrinājuma «iedarbības» lielumu, bet, dalot to ar 3,15, tiek

iegūta «ierobežotā komforta» paātrinājuma vērtība.

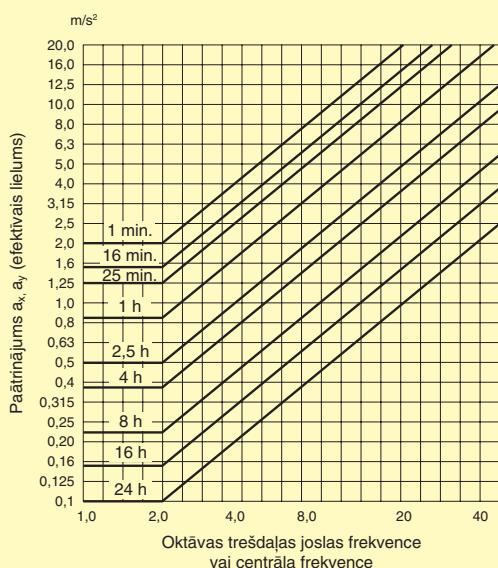
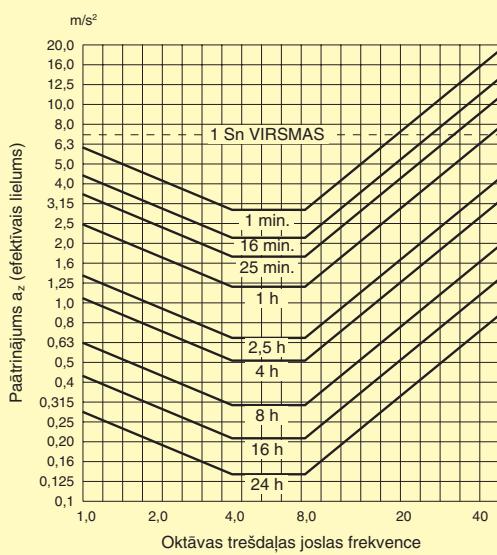


VIBRĀCIJAS IEDARBĪBAS NOVĒRTĒŠANA

Lai novērtētu vibrācijas ietekmi, mērijumiem jāatbilst vibrācijas iedarbības pakāpei, bet mērišanas ierīcēm jāatbilst prasībām, kas noteiktas vērtēšanas kritērijos. Tiem jābūt nevainojamā stāvoklī un pareizi kalibrētiem.

Vibrācija uz roku un plaukstu

Vibropaātrinājumu mēra ar paātrinājuma mērītāju (akselerometru), kas novietots vietā, kura atrodas vistuvāk punktam, kurā vibrācija



$$dB = 20 \lg \frac{a}{a_0}$$

$$\text{kur } a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$$

tieki pārvadīta rokā. Tam jābūt ideālā kontaktā ar vibrējošo darbarīku.

Katrā asī izmērītajam paātrinājumam jāatbilst sekojošam vienādojumam:

$$a_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i f_i)}{n}}$$

a_i = paātrinājums, kas izmērīts visās 1/3 oktāvas frekvencēs no 5 līdz 1500 Hz (katrai no asīm a_{kx} , a_{ky} , a_{kz})
 n = izmērīto frekvenču joslu skaits
 f_i = filtrs, kas izlīdzina paātrinājuma frekvences, kas tiek pārnestas uz roku.

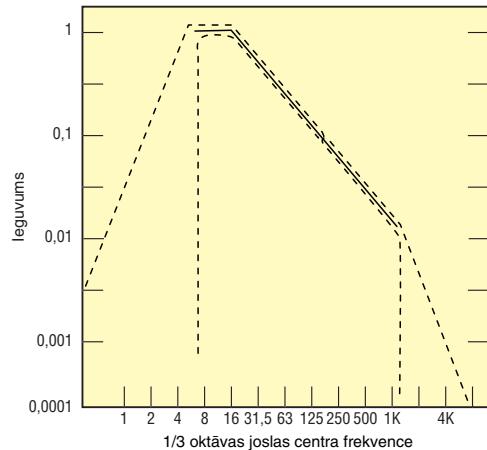
f LIELUMI			
Hz	f	Hz	f
5	1	100	0,3
6,3	1	125	0,2
8	1	160	0,1
10	1	200	0,09
12,5	1	250	0,08
16	1	315	0,07
20	0,9	400	0,06
25	0,8	500	0,05
31,5	0,75	630	0,04
40	0,6	800	0,03
56	0,5	1000	0,02
63	0,4	1250	0,015
80	0,35	1600	0,01

Šādi izskaitļotais paātrinājums tiek vienādots ar ekspozīcijas ilgumu. legūstam pusī no šī paātrinājuma kvadrātiskās vērtības, kuru var izteikt ar šādu vienādojumu:

$$a_{keq} = \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (a_{ki})^2 \cdot T_i \right]^{1/2}$$

$$T = \sum_{i=1}^n T_i$$

a_{ki} = paātrinājums, kas vienādots ar katras ass (a_{kx} , a_{ky} un a_{kz}) frekvenci



T = ekspozīcijas ilgums visas dienas garumā

Šos aprēķinus var veikt ar mērinstrumentiem, kas domāti vibrācijas mērišanai.

Paātrinājuma vidējais kvadrātiskais lielums ir jāsalīdzina ar iepriekš minēto vērtēšanas kritēriju atbilstošajiem lielumiem.

Darba rīki, kuri strādājot vibrē augstfrekvences joslā, parasti nav pietiekami aizsargāti pret vibrāciju. Tāpēc, tos novērtējot, ir jāveic nepieciešamie PIESARDZĪBAS PASĀKUMI.

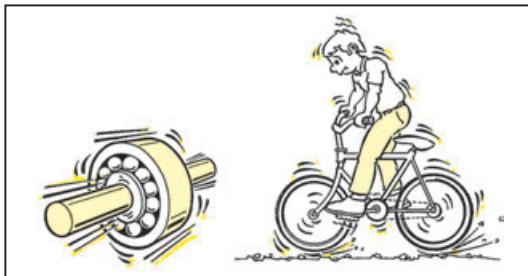
Jāņem vērā arī tas, ka vibrācija, kuras paātrinājuma vidējais kvadrātiskais lielums trīs reizes pārsniedz maksimāli pieļaujamo robežvērtību, var negatīvi ietekmēt nodarbināto veselību pēc 5 vai 6 gadu darba stāžas.

Vibrācijas ietekme uz visu ķermenī

Paātrinājuma lielumu mēra ar akselerometru. Parasti to novieto starp nodarbināto un mašīnas, iekārtas vai platformas daļu, kas izplata vibrāciju, nodrošinot starp tiem labu kontaktu.

KATRAI KOORDINĀTU ASIJ TIEK NOTEIKTS VIBRĀCIJAS SPEKTRS VISĀS TREŠDAĻAS OKTĀVAS JOSLĀS NO 1 LĪDZ 80 Hz.

Lai noskaidrotu vibrācijas iedarbības lielumu – «darbaspējas samazināšanos», «vibrā-



cijas ekspozīciju» vai «ierobežotu komfortu» un attiecīgo vibrācijas iedarbības laiku, nēm vērā frekvences spektru katrā vibrācijas ass virzienā. Iegūtos mēriņumu rezultātus salīdzina ar lielumiem, kas norādīti augstākminētajās tabulās.

PROFILAKTISKIE PASĀKUMI

Ieteicamie pasākumi, lai samazinātu vibrācijas ietekmi, var veikt virkni pasākumu, lai samazinātu uz roku vai visu ķermenī novadito vibrācijas paātrinājumu vai arī vibrācijas iedarbības laiku:

- novērst vibrācijas rašanos (nolietojušās virsmas, lielas spraugas, bojāti gultņi, rotoru ass nav nobalansēta u.c.);
- radīt traucējumus esošajā vibrācijā, mainot rezonances frekvenci, veicot izmaiņas attiecīgā elementa masā vai cietībā;
- samazināt vibrācijas iedarbību uz cilvēku, izmantojot izolācijas materiālus vai vibrācijas slāpētājus.

Ieteicams lietot arī pretvibrācijas darbarīkus un cimdus, kā arī tādas darba metodes, kas veicina roku uzturēšanu siltumā.

Katru gadu veikt obligāto veselības pārbauди, lai noskaidrotu, cik lielā mērā nodarbinātie ir pakļauti vibrācijai. Savlaicīgi uzsākt nepieciešamo ārstēšanos un profilakses pasākumus gadījumos, kad jutīguma slieksnis ir pārkāpts (sākās balto pirkstu sindroms vietējās vibrācijas gadījumā).

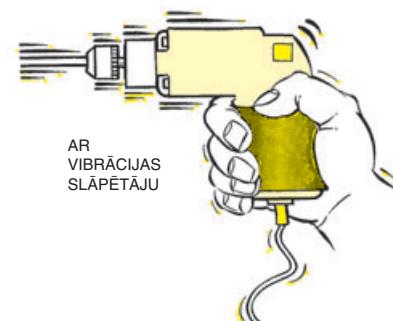
Nodarbinātie obligāti jāinformē par vibrācijas līmeni, kurai viņi ir pakļauti, un par alternatīviem tehniskiem pasākumiem, kuri palīdzētu samazināt šo negatīvo iedarbību. Īpaša uzmanība būtu jāpievērš to darba aprīkojuma daļu ergonomiskam dizainam, ar kurām cilvēks nonāk tiesā saskarē (rokturi, stūre, plat formas, sēdeklī u.c.). Lietderīgi ir apmācīt darbiniekus, kā pareizi izmantot muskuļu spēku un kādu ķermeņa stāvokli ieņemt, veicot viņam

uzticēto darbu.

Augstfrekvences vibrācijas gadījumā efektīvs līdzeklis ir pretvibrācijas cimdu lietošana.

Samazinot darba laiku, samazinās arī vibrācijas iedarbības ilgums. Īpaši tas attiecināms uz darbu ar roku instrumentiem.

Ja nodarbinātais ir pakļauts vispārējās vibrācijas ietekmei, nepieciešama vismaz desmit minūšu ilga atpūta katrā darba stundā. Tas palīdz kompensēt vibrācijas kaitīgo ietekmi uz darbinieka veselību.



MIKROKLIMATS

9

MIKROKLIMATS UN CILVĒKA ORGANISMS

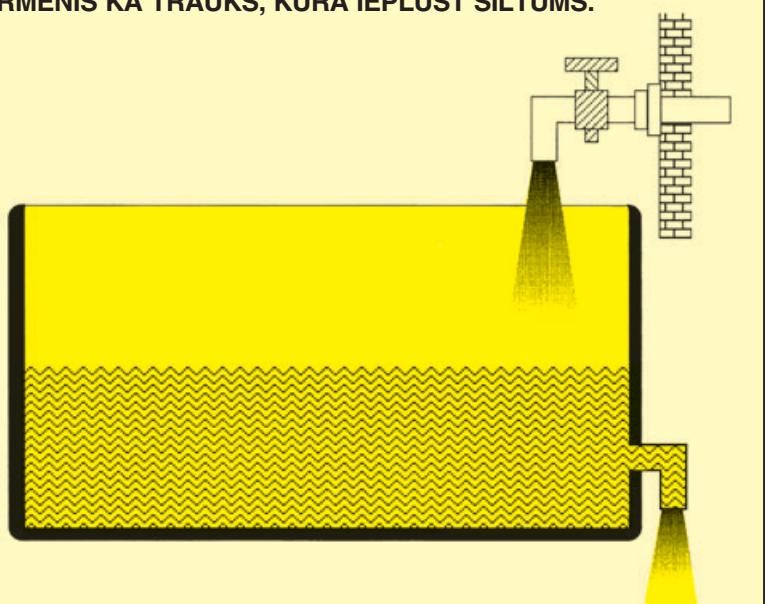
Cilvēka un apkārtējās vides siltuma savstarpējo iedarbību var aplūkot shematsiski, pieņemot, ka cilvēka ķermenis ir trauks, kurā caur virkni mehānismu (kurus aprakstīsim turpmāk) ieplūst siltums, un no kura ar citu mehānismu palīdzību siltums vienlaikus arī aizplūst. Šo mehānismu savstarpējās iedarbības rezultātā organisma «siltuma līmenis» nostabilizējas noteiktā «augstumā». Lai arī šo shēmu var pie-

mērot jebkuriem agresīviem vides apstākļiem vai vismaz lielākajai daļai šo apstākļu, cilvēka un mikroklimata savstarpējā ietekme atšķiras no tās, ko rada citi apkārtējās vides iedarbības veidi, no kuriem šeit pētīsim trīs visnozīmīgākos.

Atkarībā no minētā «augstuma» mēs uztveram noteiktas sajūtas: izjūtam siltuma komfortu, aukstumu vai karstumu. Tā kā cilvēks ir silt-

CILVĒKA ĶERMENIS KĀ TRAUKS, KURĀ IEPLŪST SILTUMS.

BĪSTAMI! TERMISKĀS STRESS
KARSTUMA IZRAISĪTS DISKOMFORTS
KOMFORTS
AUKSTUMA IZRAISĪTS DISKOMFORTS
BĪSTAMI! HIPOTERMĪJA. APSALDĒŠANĀS)



asiņu būtne, lai izdzīvotu, ķermeņa iekšējai temperatūrai konstanti jābūt ļoti neliela intervāla robežās. Tādēļ cilvēka organismā darbojas spēcīgi regulēšanas mehānismi, kas ļauj šai iekšējai temperatūrai saglabāties gandrīz nemainīgai arī agresīvos apkārtējās vides apstākļos.

CILVĒKA ORGANISMS LABI SPĒJ PIEMĒROTIES TERMISKI AGRESĪVIEM APSTĀKĻIEM

Cilvēka organismā un vides mikroklimatisko rādītāju savstarpējā ietekme atšķiras no citu apkārtējās vides faktoru ietekmes vēl kādā būtiskā aspektā. Cilvēka fiziskā aktivitāte rada siltumu, kas uzkrājas pašā organismā: šī siltuma daudzums var būt svarīgs gadījumā, kad individuam ir pastiprināta fiziskā slodze. Tas var ietekmēt organisma pielāgošanās spējas, jo iekšējās izcelsmes siltums neatšķiras no siltuma, kas ir ap individu.

CILVĒKA FIZISKĀ AKTIVITĀTE IR NOZĪMĪGS FAKTORS, KAS VAR NEGATĪVI IETEKMĒT CILVĒKA ORGANISMU

Šis fakts būtiski atšķiras no citiem faktoriem, kas var negatīvi ietekmēt individuālā organismu un kuri jāņem vērā darba vietās. Lielākā daļa faktoru, kas var atstāt negatīvu ietekmi uz cilvēka organismu, atrodas apkārtējā vidē. Šī iemesla dēļ, veicot darba vides riska novērtēšanu darbiniekam, kurš strādā termiski agresī-

vos apstākļos, jāņem vērā gan mikroklimata parametri, gan arī veicamā darba intensitāte.

Trešais svarīgais aspekts, kas iezīmē atšķirību starp mikroklimatu un citiem faktoriem, kas var negatīvi ietekmēt organismu, ir izraisīto seku raksturs. Citi faktori (piemēram, troksnis, vibrācija) lielākoties izraisa lēnu un progresējošu veselības pasliktināšanos, kas vairumā gadījumu ir novēršama, ja vien tiek laikus atklāta; tas ir tipisks arodslimību un nodarba atkarīgo slimību attīstības process. Karstuma izraisītos gadījumos sekas ir būtiski atšķirīgas. Pārmērīga siltuma iedarbība uz cilvēku neizraisa lēnu un progresējošu pasliktināšanos nevienā no dzīvībai svarīgām funkcijām; citiem vārdiem sakot, pēkšņas mikroklimata izmaiņas neizraisa arodslimību attīstību. Gluži pretēji, sekas parādās pēkšņi un tādā formā, kuru var nosaukt par akūtu situāciju. Kā zināmāko piemēru var minēt gadījumus, kad karavīriem sardzē ilgstoši jāuzturas karstā saulē. To pašu var teikt par aukstuma izraisītām sekām, kad pastāv organisma atdzišanas un apsaldējumu risks.

KARSTUMS UN AUKSTUMS ORGANISMU IETEKMĒ NEKAVĒJOTIES, NEVIS ILGSTOŠĀ PERIODĀ

Šajā nodaļā analizēsim situācijas, kad nelabvēlīgs mikroklimats (aukstums vai karstums) var būt bīstams darbiniekiem, kas ir nodarbinātas šajos apstākļos. Sīkāku organisma komfortam nepieciešamo apstākļu izpēti veic ergonomikas nozare.

SILTUMA APMAIŅA STARP CILVĒKU UN APKĀRTĒJO VIDI

Cilvēka ķermenis pastāvīgi saņem vai atdod siltumu apkārtējā vidē ar dažādu mehānismu starpniecību. Svarīgākie no tiem: svīšana, konvekcijs un izstarošana.

Sviedru iztvaikošana

Sviedru iztvaikošana ir viens no karstuma mazināšanas mehānismiem; tie, izgarojot no ādas virsmas, paņem no ādas siltumu, kas

nepieciešams šķidruma pārejai tvaika stāvoklī. Ir svarīgi atcerēties, ka siltums samazinās tikai tad, kad notiek sviedru iztvaikošana, ļoti mitrā vidē, piemēram, var daudz svist, bet, ja nenotiek sviedru iztvaikošana, svīšana nedarbojas kā organismu aizsargmehānisms.

Sviedru daudzums, kas var iztvaikot noteiktā laikā, ir atkarīgs no mainīgiem lielumiem apkārtējā vidē: no gaisa kustības ātruma un mitruma. Jo lielāks gaisa mitrums, jo grūtāk sviedriem iztvaikot; jo lielāks gaisa kustības ātrums, jo lielāks iespējamais sviedru iztvaikošanas daudzums. Tātad svīšana ir fizioloģisks mehānisms, kas aizsargā organismu no karstuma un kura efektivitāte ir atkarīga no apkārtējās vides apstākļiem.

SVIEDRU IZTVAIKOŠANA IR ATKARĪGA NO GAISA KUSTĪBAS ĀTRUMA UN GAISA MITRUMA

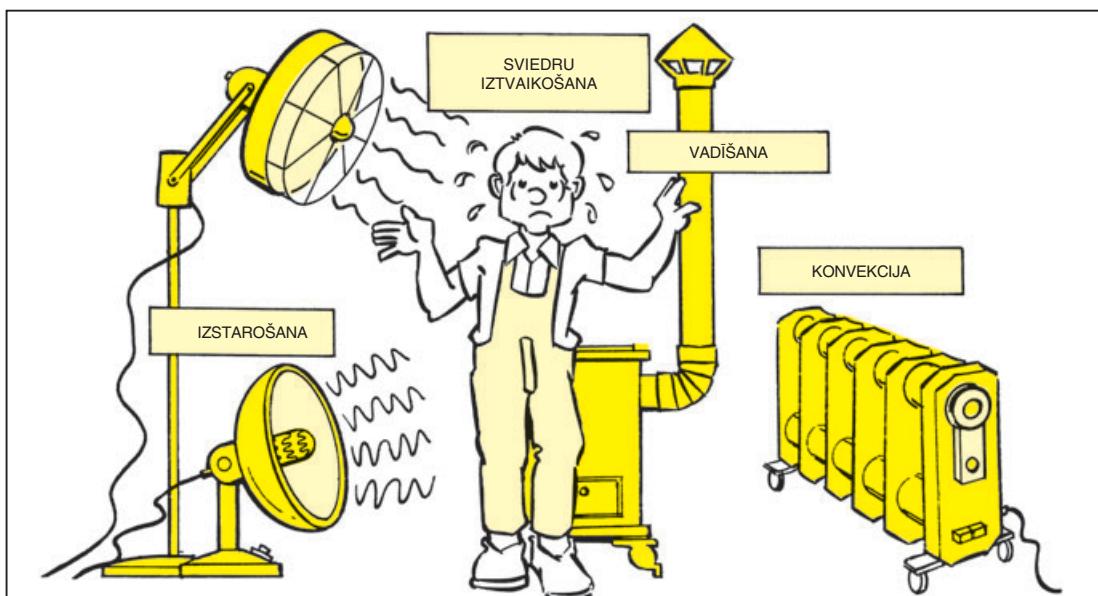
No tā izriet, ka svīšanas aizsargājošo spēju var mazināt tai nelabvēlīgi apkārtējās vides apstākļi. Sviedru iztvaikošana atšķirībā no citiem organismu aizsargmehānismiem, kam var būt divu veidu funkcijas, notiek tikai tādēļ,

lai mazinātu organismā karstumu.

Konvekcija

Organisms var uzņemt vai zaudēt siltumu konvekcijas ceļā. Konvekcija ir mehānisms, kura funkcionēšanas rezultātā āda uzņem vai atdod siltumu apkārtējam gaisam, kad organisma un gaisa temperatūras ir atšķirīgas. Ja ādas temperatūra ir augstāka nekā apkārt esošā gaisa temperatūra, āda izdala siltumu. Ja apkārtējā gaisa temperatūra ir augstāka nekā ādas temperatūra, notiek pretējs process – āda uzņem siltumu no apkārtējās vides. Nemot vērā, ka ādas temperatūra var mainīties ļoti nelielā amplitūdā, konvekcijas ceļā notiekošā savstarpējā siltuma apmaiņa, galvenokārt, ir atkarīga no apkārtējās gaisa temperatūras; jo lielāks ir gaisa kustības ātrums, jo intensīvāk noris savstarpējā siltuma apmaiņa.

KONVEKCIJA IR ATKARĪGA NO GAISA TEMPERATŪRAS UN GAISA KUSTĪBAS ĀTRUMA



Siltuma starojums

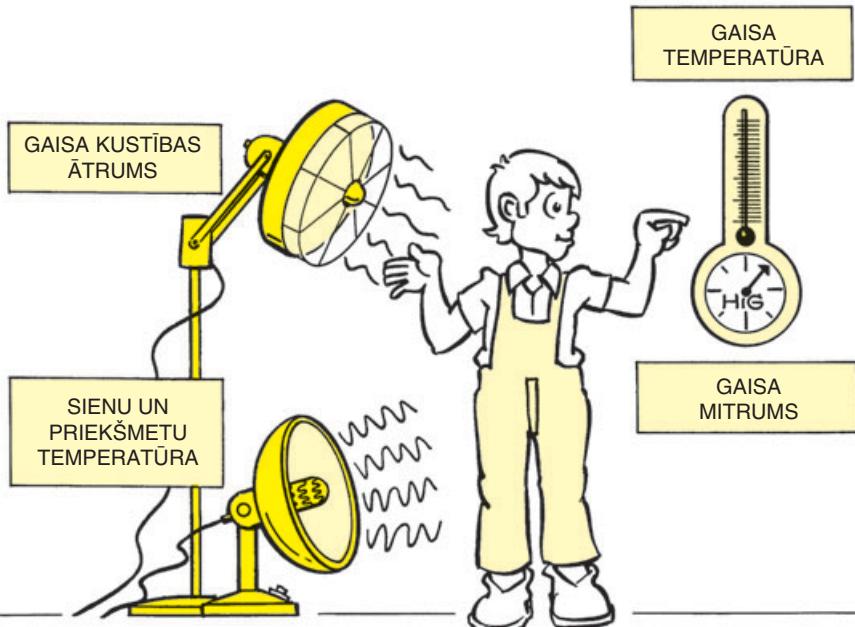
Vēl viens no savstarpējās iedarbības mehānismiem ir siltuma starojums. Tā ir siltuma apmaiņa, kas notiek starp jebkuriem ciešiem ķermeniem, kuriem ir dažādas temperatūras un kas atrodas viens otra ietekmes zonā. Šī parādība rodas, jo jebkurš objekts, kam piemīt siltums, izstaro infrasarkanos starus (jo augstāka temperatūra, jo vairāk infrasarkano staru). Vienlaikus daļu infrasarkano staru, ko izstaro citi apkārt esošie priekšmeti, šis objekts absorbē un daļu atstaro. Sādi var izskaidrot arī to, ka Saule sasilda Zemi un objektus, kas uz tās atrodas, jo infrasarkanie stari izplatās arī tukšumā. Ja darbinieka tuvumā atrodas nepietiekami izolētas virsmas ar ievērojami paaugstinātu temperatūru (krāsnis, dūmvadi u.c.), siltuma starojums veicina agresīvu termisko apstākļu rašanos. Šādos apstākļos siltuma starojums var būt tik intensīvs, ka klūst par riska faktoru.

SILTUMA STAROJUMS IR ATKARĪGS NO APKĀRTĒJO PRIEKŠMETU TEMPERATŪRAS

Jebkurš ciets ķermenis pastāvīgi izdala infrasarkanā starojuma daudzumu, kas ir atkarīgs no šī ķermenē temperatūras un no tam apkārt esošo ķermenē izdalītā infrasarkano staru daudzuma. Skatoties pēc tā, vai šī ķermenē temperatūra ir zemāka vai augstāka nekā tam apkārt esošo ķermenē vidējā temperatūra, minētais ķermenis klūst par siltuma devēju vai ķēmēju. Ķermenim apkārt esošo priekšmetu vidējo temperatūru (ko nosaka, nemot vērā priekšmetu virsmas un attālumu no ķermenē) sauc par siltuma starojuma intensitāti.

Izdarot kopsavilkumu, var teikt, ka siltuma apmaiņa starp cilvēku un apkārtējo vidi ir atkarīga no četriem mainīgiem lielumiem: gaisa temperatūras, gaisa mitruma, gaisa

MAINĪGIE LIELUMI, KAS NOSAKA SILTUMA APMAINU



kustības ātruma un siltuma starojuma intensitātes. Novērtējot mikroklimatisko apstākļu ietekmi, jāņem vērā četri mainīgie lie-lumi, iepriekš veicot mērījumus vai arī izmanto-jot vides novērtējuma indeksus, kuri iekļauj visu vai dažu augstāk minēto mainīgo faktoru iedarbību.

Siltuma metaboliskā ģenerēšana

Kā jau iepriekš minējām, cilvēka ķermeņa fiziskā aktivitāte kā subproduktu saražo siltumu, kas uzkrājas organismā. Var teikt, ka organisms, tāpat kā jebkurš mehānisms, derīgā darbā pārvērš tikai daļu izmantotās enerģijas, pārējo pārvēršot siltumā. Šajā gadījumā enerģijas avotu veido dažādas ķīmiskas vielas, ko organisms uzņem ar barību un kas tiek pārvērstas par «enerģētiskajām rezervēm».

Cilvēka ķermeņa mehāniskā atdeve lielā-koties ir ļoti zema, t.i. – no patērētās enerģijas daudzuma tikai neliela daļa tiek izmantota de-rīga darba veikšanai (paša ķermeņa vai citu objektu pārvietošanai), pārējā enerģija pārvēr-šas siltumā.

**GANDRĪZ VISA ENERĢIJA,
KURU MĒS PATĒRĒJAM,
PĀRVĒRŠAS SILTUMĀ**

Ir tikai dažas aktivitātes (kāpšana pa kāp-nēm, piemēram), kuru veikšanai nepiecieša-ma 20% atdeve, lielākajā daļā ikdienas un darba aktivitātēs atdeves līmenis ir ļoti zems, dažos gadījumos pat nulle, kā tas ir iespējams dažos statiskos darbos.

No iepriekšminētā izriet, ka, jo lielāka ir indi-vida fiziskā aktivitāte, jo lielāks būs siltuma daudzums, kam būs jāsamazinās, lai termis-kais līdzsvars varētu noturēties ilgstoši. Siltu-mu mēra kilokalorijās (kcal); viena kalorija ir siltuma daudzums, kas nepieciešams, lai vie-na kilograma ūdens temperatūra palielinātos par vienu grādu.

Vienkāršā darbā, kas veicams, stāvot kājās, ar vidēju fizisko piepūli (piemēram, montāžas konveijers) organisma izmantotais siltuma daudzums kā fiziskās aktivitātes sekas (ko sauc arī par metabolisko termisko slodzi) ir

ORGANISMA SARAŽOTAIS SILTUMS, VEICOT DAŽĀDAS AKTIVITĀTES

AKTIVITĀTES	SILTUMS KCAL/H
GULĒŠANA	60
SĒDĒŠANA, NEKO NEDAROT	100
SĒDOŠS DARBS BIROJĀ	125
KLAVIERU SPĒLĒŠANA	150
VIEGLS DARBS (BANKĀ), STĀVOT KĀJĀS	150
DARBS, KUR NEDAUDZ JĀSTAIGĀ	175
ĒST GATAVOŠANA (STĀVOT KĀJĀS)	210
KIEGELŪ KRAUŠANA	260
VEIKT 60 PIELIEKŠANĀS MIN	270
MAZGĀT MAŠĪNU	300
KLĀT GULTU	360
DEJOT VALSI	460

vidēji 200 kcal/h. Dzīvības procesu nodrošināšanai nepieciešamas vidēji 60 kcal/h.

Parasti ikdienas darbā grūti atrast metaboliskas termiskās slodzes, kas visā darba dienas

garumā pārsniegtu 330 kcal/h. Atsevišķos brīžos, protams, šis skaitlis var ievērojami palieināties, kā tas notiek, veicot ārkārtīgi lielu piepūli vai sportisko aktivitāšu gadījumos.

MIKROKLIMATA AGRESIVITĀTES RĀDĪTĀJI

Kā mēs jau redzējām, siltuma apmaiņu starp cilvēku un vidi nosaka četri mainīgie faktori: gaisa temperatūra, gaisa mitrums, gaisa kustības ātrums un siltuma starojuma intensitātes. Šo mainīgo lielumu kopums nosaka apkārtējās vides mikroklimata ietekmi, bet strādāt ar četriem neatkarīgiem šo faktoru rādītājiem ir apgrūtinoši, tāpēc jau daudzus gadus tiek veikti pētījumi ar mērķi atrast vienu indeksu, kurš ietvertu apkārtējās vides mikroklimata raksturojumu.

Ikdienā praktiski izmantojam gaisa temperatūras mēriju. Ja vēlamies uzzināt, vai telpā ir aukstāks vai siltāks, mēs jautājam, kāda ir gaisa temperatūra; bet šī prakse nav piemērojama darba vidē, kur šie faktori var izpausties ļoti intensīvā veidā, un, protams, ne-mot vērā, ka gaisa temperatūra ir tikai viens no četriem vidi ietekmējošajiem faktoriem. Veikt tikai temperatūras mēriju ir tas pats, kas pārzināt tikai vienas automobilja aizdedzes sveces stāvokli pirms došanās garā ceļojumā.

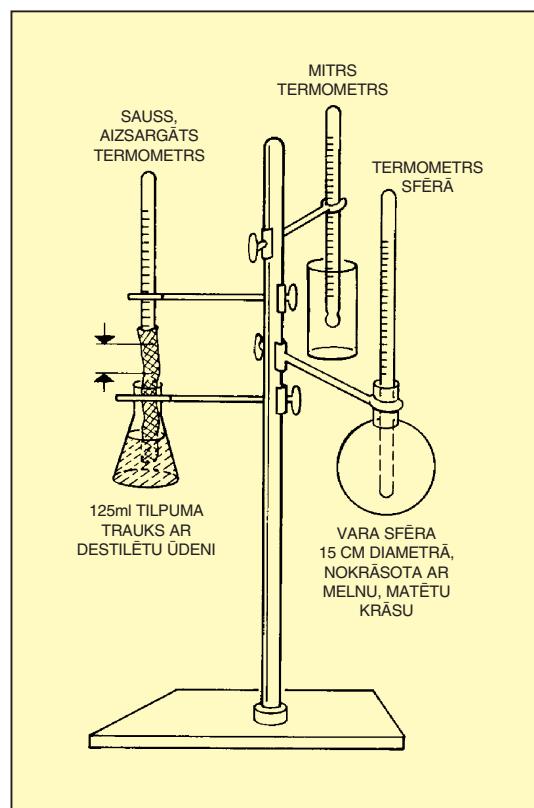
Sausa temperatūra

Sausa temperatūra ir temperatūra, kuru rāda parastais termometrs, kura korpus ir pasargāts no starojuma, bet kuram apkārt brīvi cirkulē vides gaiss; šādus vienkāršus termometrus, ar kuru palīdzību var precīzi veikt šos mēriju, ir iespējams iegādāties, bet to var arī izgatavot, izmantojot foliju. Ir svarīgi ļemt vērā izteiktos brīdinājumus, jo šis mēriju var būt kļūdaini iespējamā siltuma starojuma dēļ.

Normāla mitra temperatūra

Normāla mitra temperatūra ir temperatūra, kuru rāda parastais termometrs, kura korpus

ir ietīts mitrā muslīna audumā, nav pakļauts mākslīgās ventilācijas iedarbībai un nav pasargāts no siltuma starojuma. Šādos apstākļos veiktais mērijums ir atkarīgs no gaisa temperatūras, gaisa mitruma, gaisa kustības ātruma un siltuma starojuma intensitātes. Normāla mitra temperatūra ir lielums, kas uzrāda visu četu mainīgo elementu ietekmi. Normāla mitra temperatūra, protams, ir mazāk jūtīga attiecībā uz siltuma starojuma temperatūras izmaiņām.



Lodes temperatūra

Lodes temperatūra ir temperatūra, kuru rāda parastais termometrs, kura korpusss ievietots metāla sfēras centrā, kuras diametrs ir 15 cm un kura ir nokrāsota ar melnu, matētu krāsu. Šādos apstākļos veiktais mērījums uzrāda lodes temperatūru, to ietekmē gaisa temperatūra, gaisa kustības ātrums un siltuma starojuma intensitāte. Izmantojot lodes termometru, īpaša uzmanība jāpievērš, lai tas būtu novietots tieši tajā vietā, kur darba laikā atrodas dar-

binieks, jo precīzi ir jānosaka siltuma starojums, pat ļoti nelieli attālumi var radīt ievērojamās izmaiņas lodes temperatūras mērījumos. Birojā vai mājās, piemēram, lodes temperatūra parasti ir vienu vai divus grādus augstāka nekā sausā gaisa temperatūra.

JO LIELĀKS IR STAROJUMS,
JO LIELĀKA IR ATŠĶIRĪBA STARP
SAUSO GAISA TEMPERATŪRU
UN LODES TEMPERATŪRU

SILTUMA RADĪTĀ STRESA NOVĒRTĒŠANA

No līdz šim teiktā izriet, ka riska novērtēšana attiecībā uz kaitējumu veselībai, ko var izraisīt termiskā stresa situācija, ir jāveic, **vienlaikus** **ņemot vērā divus neatkarīgus faktorus**. Tie ir, no vienas puses, **vides mikroklimata agresija**, ko mēs parasti nosakām ar vides rādītāju starpniecību, un, no otras puses, **individuālās fiziskās aktivitātes līmenis**.

Šajā sakarā visbiežāk uzdotais jautājums: kāda ir maksimālā temperatūra, pie kuras var strādāt, ir divkārt nepareizi noformulēts, un tādēļ uz to nav iespējams atbildēt. Kā jau redzējām, vides mikroklimata iedarbību nosaka ne tikai temperatūra, tādēļ īpaši jāpievērš

uzmanība precīzam datu izmantojumam, ja vides mikroklimatiskos apstākļus vēlas klasificēt tikai ar viena mērījuma palīdzību. No otras puses, uzdotajā jautājumā netiek ņemts vērā fakts, ka situācijas bistamība nav atkarīga tikai no apkārtējās vides mikroklimata iedarbības, to ietekmē arī individuāla veiktās aktivitātes.

SILTUMA RADĪTAIS RISKS
IR ATKARĪGS VIENLAIKUS NO
APKĀRTĒJĀS VIDES IEDARBĪBAS UN
NO FIZISKĀS SLODZES

TERMISKĀ STRESA NOVĒRŠANA

Konkrētajā situācijā eksistējošā riska samazināšanu var panākt, gan samazinot nodarbinātā fizisko aktivitāti, gan optimizējot pastāvošos vides parametrus, vai arī vienlaikus iedarbojoties uz abiem faktoriem; katrā situācijā būtu jāanalizē katras faktora ietekme uz riska palielināšanos un atbilstoši jārīkojas.

Parasti termiskā stresa situācija ir saistīta ar intensīvu siltumu izstarojošu avotu klātbūtni, tādēļ īpašu uzmanību vajadzētu pievērst to izo-

lācijai, vai arī izmantot speciālu, siltumu izolējošu apģērbu nodarbinātajiem. Tomēr nav iespējams izstrādāt rīcības plānu, kas būtu piemērots visiem gadījumiem – katram gadījumam ir nepieciešama detalizēta riska iemeslu izpēte.

Izmantosim piemēru par nodarbināto keramikas ražošanā. Fakts, ka lodes temperatūra ir par 12 °C augstāka nekā gaisa sausā temperatūra, norāda, ka šajā darba vietā ir ievērojama siltuma starojuma intensitāte. Kāda ir tā

izcelsme? Bez šaubām – tuvumā esošās karstās virsmas, iespējams – krāsns, kas nav labi izolēta, vai arī tikko apdedzinātā keramika. Uzlabojot krāsns izolāciju un aizsargājot nodarbināto no karstās keramikas siltuma starojuma, samazināsies arī siltuma starojuma intensitātes līmenis un līdz ar to – lodes temperatūra.

No otras puses, ņemot vērā, ka gaisa sausā temperatūra ir zemāka nekā ādas temperatūra, var palielināt gaisa kustības ātrumu, līdz tiek sasniegt komforta līmenis; šādā veidā tiks palielināta karstuma samazināšanās iespēja iztvaikošanas un konvekcijas ceļā, kā arī pazemināsies lodes temperatūra un dabīgā mitrā temperatūra. Varbūt ir iespējams samazināt fizisko slodzi, izstrādājumu pārvietošanai izmantojot mehāniskus līdzekļus, vai arī saīsinot darba laiku un ieviešot rotācijas sistēmu.

Kā redzams, šī izpēte bija virspusēja, tādēļ ir ieteicams vērsties pie eksperta, kurš varētu palīdzēt izvēlēties pareizo risinājumu konkrētā situācijā.

Ir ļoti svarīgi ņemt vērā, ka **jebkuru nodarbināto nedrīkst pakļaut tādu lielumu ietekmei, kas ir tuvi maksimāli pieļaujamajiem lielumiem.** Personām, kuras strādā šādos apstākļos, jānodrošina iepriekšēja izmeklēšana pie ārsta, kas garantētu nevainojamu veselības stāvokli, īpaši attiecībā uz sirds-darbību. Mediciniskās pārbaudes jāveic regulāri, lai garantētu sākotnējā veselības stāvokļa saglabāšanos.

Aklimatizācija ir fizioloģiska parādība, kuras izcelsme ir maz pazīstama. Tās rezultātā cilvēkiem, kuri atrodas intensīva termiskā stresa apstākļos, uzlabojas organisma fizioloģiskās atbildes reakcijas attiecībā uz agresīvajiem vienes apstākļiem, kas iedarbojas uz viņiem. Pie-

STRĀDĀT MAKSIMĀLI PIELAUJAMĀS TEMPERATŪRAS APSTĀKĻOS DRĪKST TIKAI TIE NODARBINĀTIE, KURI IR AKLIMATIZĒJUŠIES UN KURU VESELĪBAS STĀVOKLIS TIEK REGULĀRI PĀRBAUDĪTS

mēram, aklimatizējies individu strādā noteiktā situācijā ar lielāku sirdspukstu intervālu nekā pirms aklimatizēšanās, samazinās arī sāls koncentrācija sviedru sastāvā. Aklimatizācija tiek panākta isā laika posmā (aptuveni nedēļas laikā), bet tikpat ātri arī tiek zaudēta. Tas jāņem vērā, ja nodarbinātais kādu iemeslu dēļ ilgāku laiku ir bijis prombūtnē. Lai aklimatizētos, iesaka pakāpeniski pagarināt darba laiku, līdz tiek sasniegt pilnas darba dienas garums.

**NODARBINĀTAJIEM,
KAS IR PAKĻAUTI PAAUGSTINĀTAI
SILTUMA IEDARBĪBAI,
JĀDZER DAUDZ ŪDENS**

Tā kā nodarbinātajiem, kas ir pakļauti iespējamam termiskajam stresam, pastiprināti izdalās sviedri, ir nepieciešams stimulēt zaudētā ūdens atgūšanu organismā, bieži dzerot siltu ūdeni, nedaudz sālu ūdeni (1 g sāls uz 1 litru ūdens), izņemot gadījumus, ja darbinieki ir pie tiekami aklimatizējušies vai pēc pašu vēlmes savā uzturā lieto daudz sāls.

Atgādinām, ka šeit minētais neder gadījumos, kad ir pieņemts, ka noteikto darbu nevar intensīvi strādāt visas darba dienas garumā. Tādos gadījumos ir jāveic detalizēta situācijas analīze, lai eksperts varētu noteikt maksimālo darba laiku un atpūtas ilgumu starp darba periodiem.

AUKSTUMA IEDARBĪBA

Cilvēkiem, kuri strādā īpašos dabīga vai mākslīgi izraisīta aukstuma apstākļos, jābūt apmācītiem un jāzina, kādiem riska veidiem vi-

ni ir darbā pakļauti, lai viņi varētu veikt nepieciešamos aizsardzības pasākumus. Galvenokārt, riskam ir pakļautas personas, kas strādā

apstākļos, kad temperatūra ir zem 10°C un ir paaugstināts gaisa mitruma līmenis. Minētais klimata veids pastāv gandrīz visā Eiropā, lielākajā daļā Ziemeļamerikas un Āzijā – īpaši Indijā, Ķīnas ziemeļos un Japānā. No tā izriet, ka gandrīz puse pasaules iedzīvotāju ir pakļauti riskam.

Aukstuma iedarbība pastāv arī darba vietās atsevišķas ražošanas sfērās, kur tehnisku iemeslu dēļ jāsaglabā ļoti zema temperatūra, dažreiz pat 50°C zem nulles.

Intensīva aukstuma iedarbība pat īsā laika spridī var izraisīt apsaldēšanos. Apsaldēšanās parasti skar ķermenā perifērās daļas; visvairāk no tās cieš deguns, vaigi un ausis, jo seju parasti neapsedz. Arī roku un kāju pirksti var tikt apsaldēti.

Aukstums var izraisīt kāju apsaldēšanu arī grāvju rakšanā nodarbinātajiem, ja kājas ir pa-

kļautas pastāvīgai aukstuma ietekmei, īpaši gadījumos, kad cilvēkam ilgstoši ir jāatrodas ūdenī ar nepiemērotiem apaviem.

Smagākās aukstuma iedarbības sekas ir t.s. hipotermija, kad cilvēka ķermenis zaudē savu siltumu. Šādās situācijās parādās uzmanības trūkums, koordinācijas zudums, nespēja saglabāt darba ritmu un miegainība. Ārkārtas gadījumos, lai arī tādi notiek reti, var iestāties nāve.

Aukstuma iedarbības risku nosaka divi maiņīgi faktori: *gaisa temperatūra* un *vēja ātrums*. Jo zemāka temperatūra un jo lielāks vēja ātrums, jo lielāks risks. Tā piemēram, -28°C bezvējā un -6°C temperatūra, ja vēja ātrums ir 65 km/h , nav ļoti bīstamas ar nosacījumu, ja ir atbilstošs apģērbs. Agresīvākos apstākļos ir jāsamazina darba dienas garums. Turklat ir jāievēro regulāri pārtraukumi. Piemēram, nodarbinātais gāž kokus ar motorzāgi 30°C salā

TEMPERATŪRAS UN VĒJA ĀTRUMA IETEKME UZ DARBU PLĀNOŠANU (4 STUNDU DARBA MAINAI)

Gaisa temperatūra skaidrās debesīs (aptuveni) $^{\circ}\text{C}$	Bez ievērojama vēja		Vējs 8 km/h		Vējs 16 km/h		Vējs 25 km/h		Vējs 32 km/h	
	Maksimālais darba laiks	Nr.*								
No -26° līdz -28°	(ar parastu pārtrauk.)	1	(ar parastu pārtrauk.)	1	75 min.	2	55 min.	3	40 min.	4
No -29° līdz -31°	(ar parastu pārtrauk.)	1	75 min.	1	55 min.	2	40min.	3	30 min.	4
No -32° līdz -34°	75 min.	1	55 min.	1	40 min.	2	30 min.	3	E**	
No -35° līdz -37°	55 min.	1	40 min.	1	30 min.	2	E**			
No -38° līdz -39°	40 min.	1	30 min.	1	E**					
No -40° līdz -42°	30 min.	1	E**							
No -43° un zemāka	E**									

Nr. * – 10 minūtes garu pārtraukumu skaits siltā telpā

E** – ja tie nav darbi ārkārtas situācijā, tad tie būtu jāpārtrauc.

Piezīme: paredzamā slodze – no vidējas līdz smagai. Vieglai un vidējai slodzei ir jāpiemēro zemākā skala.

vējā, kura ātrums ir 16 km/h. Četras stundas garai darba dienai maksimālais viena darba posma laiks ir 55 minūtes ar tam sekojošu 10 minūšu ilgu atpūtu. Ja darbs ir viegls, nevajadzētu strādāt vairāk kā 40 minūtes, pēc tam jābūt 10 minūšu atpūtai.

Tā kā daudzos gadījumos nav iespējams izmainīt apkārtējās vides apstākļus, preventīvajiem pasākumiem jābūt orientētiem uz aizsardzību un ergonomiku.

Pamatā aizsardzībai jābalstās uz piemērota apģērba izvēli, to nosaka, nemot vērā trīs svarīgus faktorus: aukstums mēdz būt kopā ar vēju un mitrumu, slodze izraisa siltuma rašanos un plats, neērts apģērbs apgrūtina kustības.

Piemērota apģērba izvēle, apziņa, ka aukstums ir saistīts ar risku, aukstuma iedarbības un apsaldēšanās simptomu un pazīmju laicīga pamanišana, kā arī veicamais uzdevums ir galvenie nosacījumi, lai darbs notiktu drošos apstākļos.

Ergonomikai darbam aukstā vidē jāietver atbilstošs iekārtu dizains, pievēršot uzmanību rokturu izvietojumam un izmēram, metālisko daļu izolācijai. Jāizvairās arī no asām šķautnēm. Ne mazāk svarīga ir uzdevumu samazināšana līdz piemērotam apjomam un slodzes palielināšana darbā, kur nepieciešama neliela fiziskā piepūle.

NEJONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

10

KAS IR STAROJUMS?

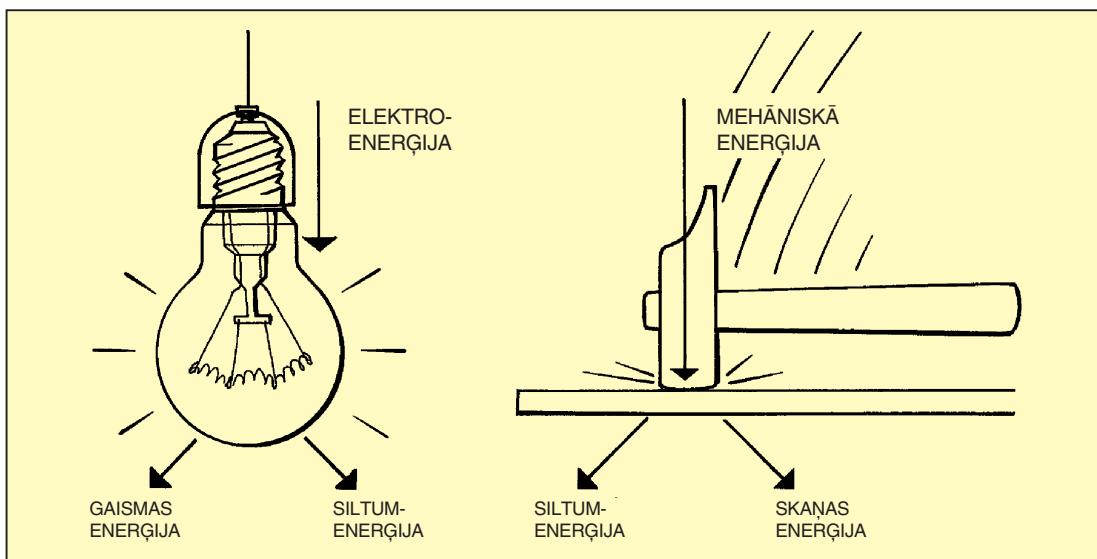
Maz ir to cilvēku, kas pilnīgi skaidri izprot un apzinās, ko nozīmē tādi vārdi kā jonizējošais un nejonizējošais starojums. Vārdu «starojums» (sinonīmi: radiācija, izstarojums) nereti saistām ar atomcentriem. Tādēļ jāsāk ar šo vārdu skaidrojumu.

Enerģija, ko ieguldām kādā darbībā, var tikt pārvadīta dažādos veidos un tālāk atdeve var notikti citas enerģijas veidā. Aplūkosim dažus visiem zināmus piemērus.

Vienkāršs piemērs ir parādība, kas novērojama, iemetot mierīgā ūdenī akmeni. Redzam,

ka veidojas apļveida «vīlni», kas izplatās, attālinoties no punkta, kur akmens iekritis ūdenī. Tātad, akmens enerģija (mehāniskā enerģija) tiek atdota ūdenim vibrāciju veidā (arī mehāniskā enerģija).

Aplūkosim mazliet sarežģītāku piemēru. Ar āmuru sitam pa dzelzs plāksni. Mehāniskā enerģija, kuru sitienu raida dzelzij, tiek atgriezta divās dažādās formās: 1) dzelzs plāksne vibrē (mehāniskā enerģija), vibrācija pārvadās uz gaisa molekulām, turpinās tālāk, kamēr tā nonāk līdz mūsu ausim, un tā mēs dzirdam



sitienu radīto troksni; 2) dzelzs plāksne sakarst un izstarotais siltums (siltumenerģija) nonāk apkārtējā gaisā.

Vēl viens piemērs no ikdienas dzīves. Elektriskā spuldzīte, ja to ieslēdz, izstaro gaismu un vienlaikus arī sakarst. Tātad, spuldzītes saņemtā elektroenerģija pārveidojas gaismas enerģijā un siltumenerģijā.

Minētie piemēri vēlreiz apstiprina teikto, ka, piešķirot energiju kādai darbībai vai priekšmetam, tā tiek atgriezta vai daļēji atgriezta, vienlaikus radot jaunas enerģijas formas.

Radiācija jeb starojums ir viena no šīm daudzajām formām.

Vispazistamākais no starojumu veidiem ir redzamā GAISMA. Būtībā saules gaisma, vai gaisma, ko izstaro māksligie apgaismotāji, ir elektromagnētisko vilņu starojums. Tāpat mēs pazīstam arī citus elektromagnētisko vilņu raditos starojumus, kas ikdienā atrodas mūsu acu priekšā (lai arī mēs to neredzam), piemēram, radio un televīzijas antenu raidītie vilņi, starojums, kas rodas mikrovilņu krāsnīs, rada ru raidītie superaugstfrekvences vilņi, rentgenstarojums.

Tāpat kā brāļi mēdz būt dažādi, arī starojums var būt dažāds. Pārsvarā visi starojumu veidi ir viens un tas pats fenomens, tikai viens no otra atšķiras ar frekvenci (svārību skaita sekundē).

Frekvence ir mērvienība, kuru lieto starojumu enerģijas noteikšanai. Frekvenci mēra hercos (Hz) un megahercos (MHz). Megahercs atbilst miljons herciem. Jo lielāka ir radiovilņu starojuma frekvence, jo lielāka ir tās enerģija. Bieži tiek runāts par starojuma vilņa garumu – tas ir savstarpēji saistīts lielums ar frekvenci: jo lielāks vilņu garums, jo mazāka ir starojuma frekvence un otrādi.

JO LIELĀKA IR STAROJUMA FREKVENCE, JO LIELĀKA IR ENERĢIJA UN STAROJUMA BĪSTAMĪBA

Augstfrekvences starojums, kuram ir lielu energiju, nonākot saskarē ar cilvēka organizmu, izraisa nopietnus un neatgriezeniskus šūnu bojājumus. Notiek šūnu sastāvdaļu jonizēšana, tādēļ šo radiāciju sauc par jonizējošo starojumu.

Visspilgtākais piemērs, kad cilvēki masveidā saskārās ar lielas intensitātes jonizējošo starojumu, ir atombumbu sprādzieni (Hiroshima, Nagasaki). Šī starojuma iedarbības sekas, tādas kā staru slimība un leikēmija, visiem ir zināmas. Par to tiks runāts XI nodalā.

Turpretim, nejonizējošā radiācija nespēj

	KOSMISKAIS STAROJUMS
	GAMMA STAROJUMS γ
	RENTGENSTAROJUMS
	ULTRAVIOLETAIS STAROJUMS
	REDZAMĀ GAISMA
	INFRASARKANAIS STAROJUMS
	MIKROVILŅI RADARU VILŅI F.M. DIAPAZONA RADIOVILŅI TELEVĪZIJAS VILŅI
	RADIOVILŅI
	ELEKTRISKIE LAUKI (AUGSTS PRIEGUMS)

jonizēt organisma šūnas un tās iedarbība ir daudz mazāk bīstama. Taču tas nenozīmē, ka tā neietekmētu cilvēka veselību. Šajā nodaļā aplūkosim galvenos riskus un aizsardzības līdzekļus, kas saistīti ar zināmiem nejonizējošā starojuma veidiem.

Staru vai starojuma nosaukums veidots saistībā ar starojuma frekvenci (infrasarkanie

un ultravioletie starci, mikrovilņi, radiovilņi utt.). Mikrovilņu, radara vilņu, radiovilņu un zemfrekvences elektrisko lauku starojumu mēdz dēvēt par elektromagnētiskajiem laukiem. Katram no šiem starojumiem ir savas īpašas pazīmes, kas rodas, saskaroties ar cilvēka ķermenī. To ietekme var būt daudzveidīga.

ULTRAVIOLETAIS (UV) STAROJUMS

Ultravioletais starojums, skatoties pēc elektromagnētiskā starojuma vilņa garuma spektra, atrodas diapazonā starp jonizējošo un nejonizējošo starojumu. Pietiekoti lielā ultravioletā starojuma enerģija ļauj šim starojumam izraisīt vielā, tā saucamās, fotoķīmiskās reakcijas. Savukārt, ultravioletais starojums ar vislielāko enerģiju var izsaukt arī vielas atomu un molekulu jonizāciju, tādēļ tiek pieskaitīts pie jonizējošā starojuma.

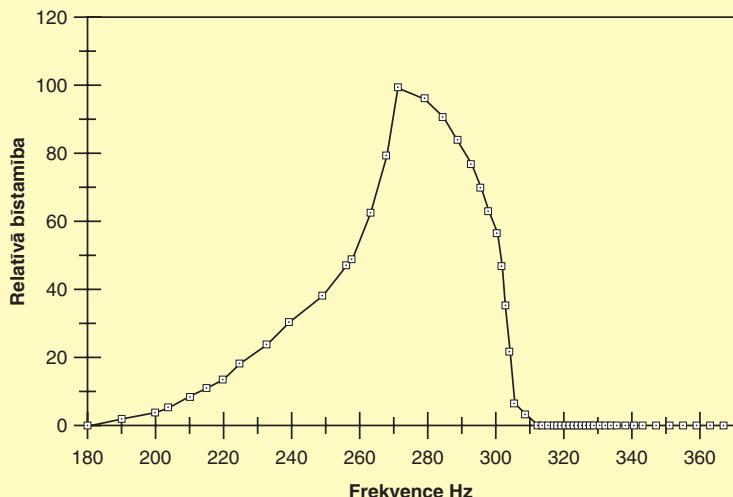
Ikdienas dzīvē un darbā sastopami daudzi ultravioletā starojuma avoti. Saule ir lielākais ultravioletā starojuma avots, un visiem pazīstamas starojuma iedarbības sekas: ādas apsārtums un iedegums.

Ultravioleto starojumu plaši lieto ražošanā. Pastāv virkne procesu, kuru rezultātā ultravioletais starojums rodas arī kā blakusprodukts.

Ultravioleto starojumu lieto dažādās ierīcēs un lampās. Piemēram, baktericīdās kvarca lampas, kuru izstarojuma spektrs ir ultravioletā starojuma diapazonā, lieto dezinficēšanas nolūkā slimnīcās, farmaceitiskajās laboratorijās u.c. Augsta spiediena dzīvsudraba lampas izmanto ielu apgaismes ķermēnos, fotoķīmisko reakciju paātrināšanā, minerālu identificēšanā, sauli imitējošās kabīnēs (solārijos), dažādu materiālu, piemēram, gleznu vai individuālo aizsardzības līdzekļu, novecošanās izpētē.

Pazīstamākais tehnoloģiskais process, kura

ULTRAVIOLETO STARU RELATĪVĀ BĪSTAMĪBA DAŽĀDĀS FREKVENCĒS



rezultātā rodas «nevēlamie» ultravioletie starī, ir metināšana ar elektrisko loku. Intensivo redzamo gaismu, kas rodas metinot, pavada spēcīgs ultravioletais starojums (kurš, protams, nav redzams, bet izsauc nevēlamu iedarbību uz cilvēka organismu). Patiesībā, visus procesus, kuros rodas elektriskais loks, pavada aktīva ultravioleto staru veidošanās.

Ultravioletā starojuma efekti

Ultravioletajam starojumam jonizējošā starojuma viļņu diapazonā ir visaugstākā frekvence. Tāpēc tiem piemīt spēcīgs bioloģiskais efekts.

Ultravioleto staru iedarbība visvairāk skar ādu. To mēs varam ieraudzīt, kad apdegam saulē un ciešam no sāpīgiem ādas apdeguumiem. Šādu staru ilgstošas iedarbības rezultātā āda iegūst neatgriezeniskus bojājumus un zaudē elastību.

ULTRAVIOLETAIS STAROJUMS LIELĀKO KAITĒJUMU NODARA ĀDAI UN ACĪM

Ja ilgstoši vērojam lokveida metināšanas procesu, neaizsargājot acis ar speciālām aizsargbrillēm, cietis acis. Pēc 2–24 stundām parādīsies konjunktīvis vai stipras sāpes acīs un asarošana. Šī parādība parasti ilgst 4–5 dienas. Acu bojājumi ir īslaicīgi.

Pārāk stipra ultravioleto staru iedarbība veicina saslimstību ar ādas vēzi. Ozona slānis atmosfērā ir tas, kas mūs aizsargā no saules ietekmes sekām. Ozona slānim sarūkot, saules radītais ultravioletā starojums ļoti spēcīgi sāk iedarboties uz ādu un palielinās iespēja saslimt ar ādas vēzi. Jo plānāks ozona slānis, jo vairāk ultravioletā starojuma nonāk uz Zemes virsmas.

Ultravioletā starojuma novērtējums

Lai varētu aizsargāties pret ultravioleto starojumu, jāzina kāda ir minimālā deva, kas izraiisa eritēmu (ādas apdegumus) un fotokeratītu. Vēl joprojām nav pietiekami daudz

pārliecinošu kvantitatīvo datu, piemēram, par ādas vēzi, lai izstrādātu uz to attiecināmos ierobežojumus.

Ultravioletā starojuma mērišanā izmanto šādas mērvienības:

- starojuma eritēmā plūsma F_{er} , er
- eritēmā apstarojuma intensitāte E_{er} , er/m² (vai W/m²)
- eritēmā doza (eksponīcijas vai biodoza) D_{er} , (er · h)/m²

Ultravioletā starojuma eritēmās plūsmas etalons: 1 er rada starojums ar viļņa garumu 297 nm un jaudu 1 W (pie šī viļņu garuma novēro vislielāko starojuma iedarbības efektu); mer = 10⁻² er.

Drošības standartu izstrāde pamatota uz minimālo eritēmas devu veseliem cilvēkiem ar baltu ādas krāsu. Higiēniskā normēšana nosaka, ka ultravioletā starojuma maksimālā eksponīcijas doza darba vidē pie viļņu garuma 280 nm nedrīkst pārsniegt 7,5 (mer · h)/m², bet maksimālā diennakts doza – 60 (mer · h)/m².

Lokālās ultravioletā starojuma dozas, kas nepieciešamas cilvēkam ārstnieciskos nolūkos, t.sk. kosmētiskajos, nosaka individuāli, ievērojot attiecīgo iekārtu jaudu un speciālās instrukcijas. Tā, piemēram, ultravioletā starojuma defīcīta apstākļos atkarībā no ļaužu kontingenta (zīdaiņi, bērni, pieaugušie) tiek rekomendētas biodozas 0,125...0,75 eritēmo dozu robežās (10...60 (mer · h)/m²).

Starptautiskā Radiācijas Aizsardzības Asociācija (IRPA) rekomendē UV starojuma avotu apkalpojošā personāla aizsardzībai sekojošas normas, kuras nedrīkst pārsniegt:

Eritēmās apstarojums, E_{er}	Maksimāli pieļaujamais eksponīcijas laiks, t_{max}
1 mW/m ²	8 h
2 mW/m ²	4 h
4 mW/m ²	2 h
8 mW/m ²	1 h
17 mW/m ²	30 min

33 mW/m ²	15 min
50 mW/m ²	10 min
0,1 W/m ²	5 min
0,8 W/m ²	1 min
1 W/m ²	30 s
3 W/m ²	10 s
30 W/m ²	1 s
300 W/m ²	0,1 s

Ultravioletā starojuma iedarbības kontrole

Tā kā ultravioleto starojumu viegli absorbē dažādi materiāli, tad to kontrole nav sarežģīta. Cilvēka aizsardzību pilnīgi nodrošina jebkuru brīļu vai sejas aizsardzības līdzekļu un jebkura aizsargtēra lietošana.

INFRASARKANAIS STAROJUMS UN REDZAMĀ GAISMA

Par infrasarkano starojumu mēs saucam elektromagnētisko starojumu, kura vilņa garums svārstās robežās no 750 nanometriem līdz 1 mm. Diapazonu no 750 līdz 1400 nanometriem sauc par «tuvāko infrasarkano starojumu», bet garākus vilņus – par «tālāko infrasarkano starojumu».

Infrasarkanajam starojumam piemīt mazāka enerģija nekā ultravioletajam starojumam, jo tam ir zemāka frekvence. Tādēļ infrasarkanie stari nevar izraisīt ķīmiskas reakcijas organismā. Līdz ar to iespējami tikai termiska rakstura kaitējumi, kas parādās uz ādas un acīm.

Visi priekšmeti mums apkārt (ieskaitot mūsu ķermenī) rada mērenu infrasarkano starojumu. Problemas rodas, ja šis starojums pārsniedz noteiktas robežas.

Redzamā gaisma gaiši zilā krāsā (vilņa garums 400–750 nanometri) nodara fotoķimiskus bojājumus acs tīklenei. Tādēļ šo vilņu frekvences un iedarbība tiek pielīdzināta infrasarkaniem stariem.

Infrasarkanā starojuma un redzamās gaismas iedarbība

Infrasarkanā starojuma un redzamās gaismas bīstamība ir neliela, izņemot īpašus gadījumus. Viens no šiem īpašajiem gadījumiem ir tieša saules vērošana aptumsuma laikā. Šajā laikā redzamā gaisma un infrasarkanas starojums var izraisīt acs tīklenes bojājumus. Otrs gadījums ir «stikla pūtēju katarak-

ta», kuru izraisa pārāk spēcīgā infrasarkanā starojuma iedarbība pie noteikta vilņu garuma (1500–1700 nanometri).

INFRASARKANO STARU IEDARBĪBA IR ATKARĪGA NO SANEMTĀS ENERĢIJAS DAUDZUMA LAIKA VIENĪBĀ NEVIS NO KONKRĒTAS FREKVENCES

Acīm un ādai piemīt pašaizsargājošās funkcijas: plakstiņš un acs zīlītes reflekss darbojas reflektoriski, aizsargājoties no intensīvas redzamās gaismas.

Infrasarkanais starojums garo vilņu diapazonā izraisa tikai vieglus radzenes bojājumus, kas parasti ir novēršami. Ja uz radzeni iedarbojas vidēja garuma vilni, tā kļūst caurspīdīga. Tādēļ infrasarkanie stari var ieklūt acs iekšienē, izraisot lēcas aptumšošanos, kataraktu un pat tīklenes apdegumu. Zemākas frekvences infrasarkanie stari (1200 nanometri) iespiežas ādā apmēram 0,8 mm dziļumā, izraisot kapillāru un nervu galu bojājumus. Jo lielāks vilņa garums, jo staru iespiešanā ādā ir mazāka. Āda ir nejutīga pret infrasarkano starojumu, ja vilņu garums ir lielāks par 2000 nanometriem.

Infrasarkanā starojuma iedarbības novērtējums

Higiēnisko vērtējumu īpaši attiecinā uz redzamo gaismu ar vilņa garumu virs 400 nanometriem un uz infrasarkano starojumu, kur vilņa garums nepārsniedz 1400 nanometrus.

Viena un tā pati metodoloģija tiek piedāvāta šādu risku novēršanai:

- 1) acs tīklenes aizsardzība pret termiskiem bojājumiem;
- 2) tīklenes aizsardzība pret zilās gaismas izraisītiem fotokīmiskiem bojājumiem;
- 3) novēlota iedarbība, kas ietekmē lēcu.

Šajos gadījumos novērtēšana prasa zināšanas par «spektrālo starojumu», kas ir katrā frekvencē saņemtais enerģijas daudzums. Tomēr ne visas frekvences ir vienlīdz

kaitīgas. Vērtējot jāņem vērā arī gaismas avota apjoms un iedarbības laiks.

Infrasarkanā starojuma un redzamās gaismas iedarbības kontrole

Darba vietas, kurās varētu būt bīstama infrasarkanā starojuma iedarbība, sastopamas reti. Tomēr infrasarkanā starojuma gadījumos būtu ieteicams uzstādīt ekrānus un darbiniekam izsniegt aizsargbrilles.

MIKROVIĻNI UN RADIOFREKVENCES VIĻNI

Jau kopš seniem laikiem cilvēks izmantojis starojuma veidus, kas rodas no saules un vēja, kurš rada spēcigu elektrisko lauku (piemēram, pērkona un negaisa laikā). Saņemtās enerģijas daudzums tad bija nenozīmīgs. Strauji attīstoties komunikācijas sistēmu tehnoloģijām (radiosakari, televīzija, radara staru izmantošana lidmašīnu un citu transporta veida radiolokācijā), krasi palielinājusies apkārtējās vides piesārnojuma ar elektromagnētiskajiem starojumiem bīstamība. Tie ir tādi starojumi, kam atšķirībā no dabīgajiem, piemīt enerģija, kas var izrādīties bīstama, it sevišķi šo viļņu ģenerācijas avotu tuvumā.

MIKROVIĻNU UN RADIOFREKVENČU TERMISKĀS IEDARBĪBAS EFEKTI IR SAMĒRĀ MAZ IZPĒTTI

Mikroviļni ir starojums, kura frekvenču diapasons ir no 300 MHz līdz 300 GHz. Radiofrekvences ir starojums, kura frekvenču diapasons ir no 100 kHz līdz 300 MHz. Mikroviļnus plaši lieto gan telekomunikāciju sistēmās, gan kā siltuma avotus.

Mikroviļnu un radiofrekvenču iedarbība

Mikroviļniem un radiofrekvencēm ir divu veidi iedarbība – termiskā un ar siltumu nesaistītā iedarbība.

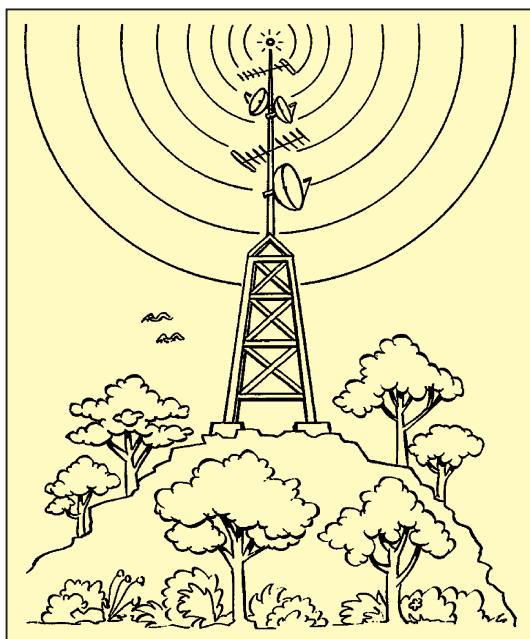
Termiskās iedarbības rezultātā, galvenokārt, cieš tie orgāni, kuriem ir maz asinsvadu (acis un sēklainieki). Mikroviļni, radio un radara viļni ietekmē nervu sistēmu, sirds asinsvadu sistēmu, redzi un dzirdi, endokrīno, asinsrades, ģenētisko un reproduktīvo sistēmu.

Ar siltumu nesaistītā iedarbība ir daudz mazāk pētīta. Tā tieši ietekmē bioelektriskās parādības organismā un ģenētiskās informācijas pārvadi.

Mikroviļnu un radiofrekvenču iedarbības novērtējums

Starptautisko standartu pieņemtie limiti ierobežo ķermeņa absorbēto enerģijas daudzumu («speciālais absorbēšanas rādītājs») un pielauj 0,4 vatus uz vienu kilogramu ķermeņa svara. Atkarībā no starojuma frekvences saņemtie enerģijas lielumi laika vienībā ir dažādi. Normatīvos norādīts, ka jāizvairās no jebkāda veida mikroviļnu un radiofrekvenču kaitīgas iedarbības.

Arī Latvijā ir pieņemts standarts LVS ENV 50166-2:1995 «Elektromagnētiskā lauka iedarbība uz cilvēku. Augstas frekvences (10 kHz līdz 300 GHz).» Šis standarts adaptēts no Eiropas standarta (EN), kurš ir spēkā vairumā Eiropas valstu. Standarts ierobežo elektromagnētisko lauku intensitāti vietās, kur atrodas cilvēki, un nosaka atšķirīgas ierobežojumu robežvērtības (pamatlīmenus): nodarbinātajiem un iedzīvotājiem.



Mikroviļņu un radiofrekvenču iedarbības kontrole

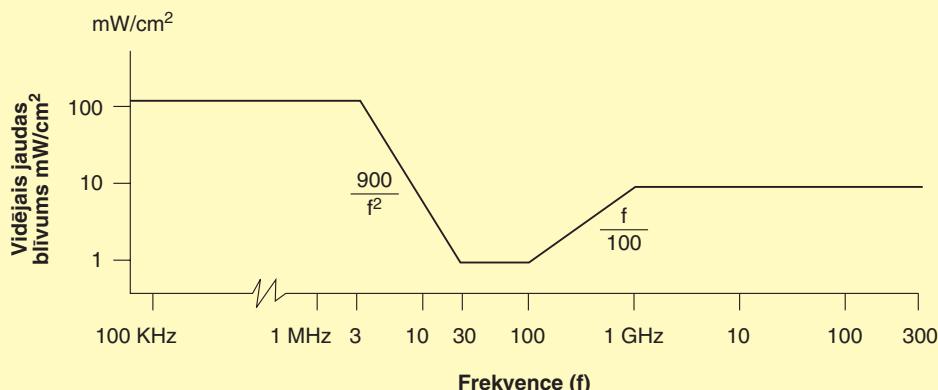
Mikroviļņu un radiofrekvenču gadījumā pēc ekspertu domām absoluīta priekšroka ir dodama kolektīviem aizsardzības līdzekļiem. Šie aizsargpasākumi var būt šādi: radaru antenu orientācijas ierobežojumi, lai samazinātu izstarojumu zemes līmenī, vai pilnīga radiācijas avotu ekrānēšana, kā tas notiek, piemēram, mikroviļņu krāsnīs. Ja nodarbinātais, veicot darba pienākumus, saskaras ar mikroviļņiem, nepieciešams veikt šādus pasākumus: informēt par iespējamo kaitējumu, nodrošināt ar ekrānu, aizsargnožogojumu, markēt ierīces, lai novērstu nejaušu iekārtu iedarbināšanu. Bez tam nodarbinātais jānodrošina ar speciālu aizsargtēru no neilona tīkla ar sudraba pārkāpumu, un pirms tā lietošanas detalizēti jāizpēta starojuma avota intensitāte, lai pārliecinātos, ka tas nepārsniedz aizsargtēra aizsardzības spējas.

LĀZERSTAROJUMS

Apmēram četrus gadu desmitus, läzeri (izgudroti 50-tajos gados) tiek izmantoti dažādās jomās. Pašlaik läzerus izmanto projektēšanas, metināšanas un balansēšanas tehnoloģijā, spektrofotometrijā, optisko šķiedru sakaru sistēmās, grafiskajā mākslā, ķirurģijā utt.

Būtībā läzers ir ierīce, kas spēj ražot «gaismu» redzamā, infrasarkanā vai ultravioletā starojuma diapazonā, kuras raksturīgās pazīmes ir viļņu viendabīgums jeb monohromatisms (satur tikai viena garuma viļņa starojumu, nevis to sajaukumu kā parastā gaisma),

RADIOFREKVENČU UN MIRKROVIĻŅU PARAMETRI



koherence (vairāku svārstībprocesu vai viļniprocesu saskaņotība laikā) un tiešā virzība (gaismas kūla formā). Lāzerus raksturo trīs pamatelementi:

- a) radītā viļņa garums;
- b) viļņa raidīšanas ilgums, kas var būt nepārtraukts vai pārtraukts (raidot impulsus, tas nedarbojas līdz nākamajam impulsam); katras impulsa ilgums var svārstīties no dažām nanosekundēm līdz vairākiem desmitiem milisekunžu, mainot atkārtotas frekvenčes no miljoniem impulsu sekundē līdz dažiem impulsiem stundā;
- c) lāzera jauda vai enerģija, kas lāzerus raksturo kā vidēji spēcīgus un to enerģija ir robežas no mikrovatiem līdz dažiem kilovatiem. Impulsa lāzeru gadījumā enerģiju nosaka pēc impulsa jaudas, kas svārstās starp milidžouliem un simtiem džoulu.

Lāzerstarojuma iedarbība

Tiem piemīt plaša spektra jaudas un sakarā ar dažādu iedarbības ilgumu un viļņa garumu ir grūti runāt par viendabīgu riska grupu.

**VISVAIRĀK LĀZERA IEDARBĪBAS RISKAM
PAKLAUTAS IR ACIS, BET RETĀK ĀDA**

Lāzera starojuma iedarbība uz acīm var izpausties, sākot ar nepatikamām sajūtām līdz pat smagiem acs tīklenes bojājumiem. Nodarītais kaitējums līdzīnās infrasarkanā starojuma, redzamās gaismas un ultravioleto staru izraisītam kaitējumam. Tomēr lāzeram piemītošās īpatnības var radīt sevišķi nopietrus draudus veselībai.

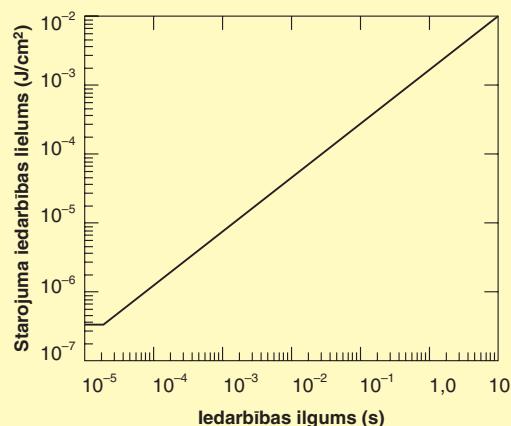
Lāzera starojuma iedarbība ir kompleksa. Lāzera starojuma kaitējumi var būt termiski, fotokīmiski, elektromagnētiski un mehāniski.

Lāzerstarojuma iedarbības novērtējums

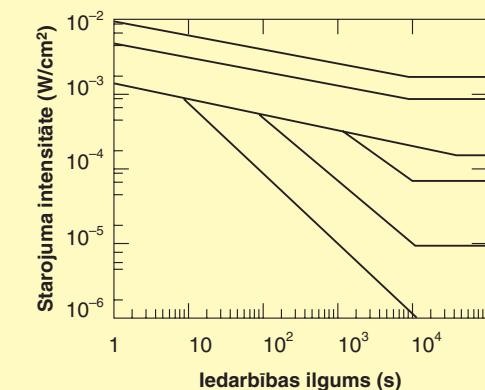
Lāzerstarojuma iedarbības novērtējuma kritērijus, kuri publicēti 1986. gadā un kurus izstrādāja Amerikas Nacionālā standartu institūta (ANSI) speciālisti, šodien atzīst visā pasaulē.

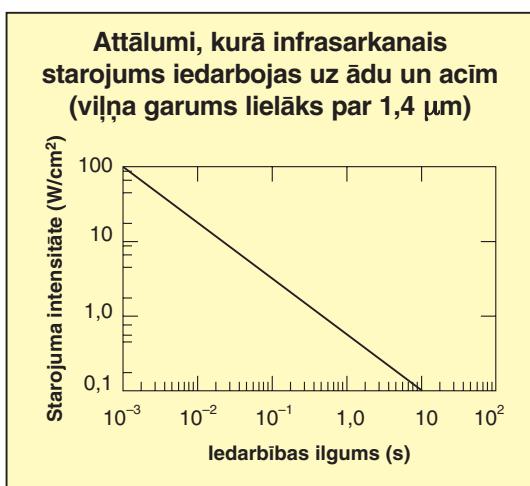
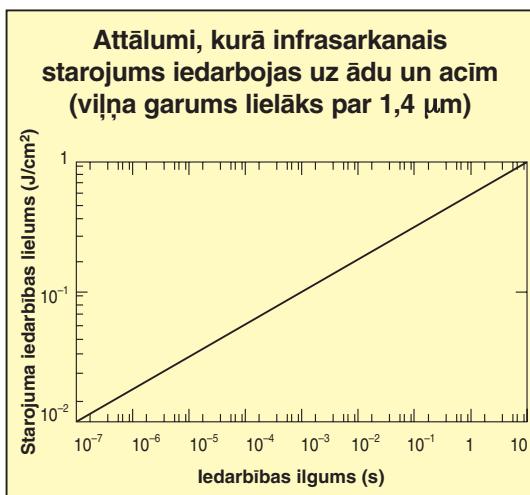
Šie kritēriji nosaka nepārtrauktas darbības lāzeru starojuma iedarbības maksimālo līmeni uz acīm, izsakot intensitāti W/cm^2 (atkarībā no lāzera viļņa garuma un iedarbības ilguma). Novērtējums var būt dažāds: pirmkārt, tiek ievērots dažāda garuma viļņu kaitējums; otrkārt, tiek ievērots avota veids (nepārtrauktas darbības vai impulsa veida lāzers); treškārt, tiek ievērots starojuma laiks (gaismas kūliša veidā vai plašākā laukā raidīts starojums). Impulsa lāzeru gadījumā pielaujamie rādītāji samazinās, paliecinoties impulsu atkārtojamībai (biežumam).

Lielumi lāzerstaru kūla iekšējai (tiešai) novērošanai (400–700 nm)



Lielumi lāzerstaru kūla un tam sekojošā viļņa tiešai novērošanai (400–1400 nm)





Lāzerstarojuma iedarbības kontrole

Lāzeru daudzveidība ir saistīta ar to izraisīto veselības risku. Tāpēc viens no profilaktiskiem pasākumiem ir lāzeru klasificēšana pēc bīstamības pakāpes. Lāzeri saskaņā ar normu 825—CEI—1984 tiek klasificēti šādi:

- 1. KLASE: Konstruktīvi nekaitīgi (nepārsniedz maksimāli pieļaujamo iedarbības līmeni vai arī to drošību darbā izmantošanu garantē lāzera konstrukcija);

- 2. KLASE: lāzeri ar mazu jaudu, kuri ģenerē redzamo starojumu un funkcionē pastāvīgā vai pulsējošā režīmā. Parasti lāzers ar šādām pazīmēm nav bīstams, jo acīm piemīt pašaizsardzības mehānismi;
- 3. KLASE: kopumā var teikt, ka šī tipa (vidējas jaudas) lāzera kūlis ir bīstams redzei gan tiešā skatījumā, gan tieša atstarojuma veidā. Tā atstarotais izkliedētais stars nav bīstams.
- 4. KLASE: lielas jaudas lāzeri (virs 0,5 W nepārtrauktas darbības lāzeriem), kuru tiešais staru kūlis ir bīstams acīm un ādai, kā arī bīstams var būt to izkliedētais atstarotais stars. Lielās jaudas dēļ tie var kļūt arī par ugunsgrēka cēloni.

Parasti jebkurai iekārtai, kuras sastāvā ir lāzers, ir jābūt markējumam. Tas norāda, pie kuras klases minētais lāzers pieder. Lietojet 3. un 4. klases lāzeru, nepieciešams veikt virknī drošības pasākumu. Par vienu no galvenajiem drošības pasākumiem jāmin atslēgas kontrole, lai izvairītos no neatlautas to lietošanas un staru kūla raidītāja nejaušas ieslēgšanas.

Darba vietai jābūt labi apgaismotai, lai izvairītos no acs zīlītes bojājuma, kā arī lai kontrollētu un markētu pieeju darba vietai, novērstu viegli uzliesmojošu vielu atrašanos darba vietā un apstākļus, kas varētu izraisīt triecienus un kritienus.

Pret lāzerstarojumu var aizsargāt arī aizsargbrilles. Pirms tās lietot jāpārliecinās, ka tās ir paredzētas attiecīgo vilņu garumiem. Cita garuma vilņiem paredzētas brilles pilnībā zaudē savas aizsardzības spējas. Vēlams ipaši apzīmēt tās iekārtas, strādājot ar kurām aizsargbrilles nav nepieciešamas.

Speciālistam jāizdzara pareiza aizsargbrillu izvēle. Izvēlētajām aizsargbrillēm jābūt aprīkotām ar sānu aizsargiem, lai izvairītos no staru kūla atstarošanas no telpas sienām vai griestiem.

ĪPAŠI ZEMAS FREKVENCES ELEKTRISKIE LAUKI

Ierīces, kas patērē elektroenerģiju, vai arī elektriskie kabeļi, ģenerē starojumu, ko sauc par elektrisko lauku. Vienīgā elektriskā lauka atšķiriba no mikrovilniem ir frekvences lielums. Elektriskajos vados ģenerācijas frekvence ir 50 Hz (ASV un Kanādā 60 Hz).

Pēdējā laikā presē parādījušās publikācijas par vēža saistību ar dažāda veida starojumiem. Minētie pētījumi nav pietiekami, lai izdarītu tālejošus secinājumus, jo trūkst tiešu pierādījumu par zemo vai augsto frekvenču starojuma kaitigumu. Patiesībā, universālās elektroenerģijas lietošanas dēļ sabiedrībā nav cilvēku, kuru vairāk vai mazāk nebūtu skāris šis starojums. Tādēļ šiem pētījumiem jābalstās uz dažādu lauka iedarbības līmeņu skarto salīdzināšanu.

Minētās iedarbības daudzveidības dēļ, daudzi pētījumi veikti ņemot vērā cilvēkus, kas dzīvo augstsprieguma līniju tiešā tuvumā. Apsekojumu un izmeklējumu rezultāti liecina, ka par šo problēmu joprojām trūkst informācijas, lai varētu apstiprināt vai noliegt elektriskā lauka kancerogēno (vēzi izraisīšo) ietekmi uz cilvēku.

No arodveselības viedokļa elektriskā lauka bīstamība vairāk iespējama nodarbinātajiem, kas labo elektriskos vadus vai strādā tiešā elektrības līniju tuvumā. Daži pētnieki (bet ne visi) norāda, ka šiem nodarbinātajiem iespējamas smagākas leikēmijas formas, nekā tiem, kas nav tikuši pakļauti elektriskā lauka iedarbībai.

ELEKTROMAGNĒTISKO LAUKU IEDARBĪBA LĪDZ ŠIM VĒL IR MAZ IZPĒTĪTA

Kopsavilkumā par šo tēmu jāsecina, ka «elektrisko profesiju» saistība ar asins un galvas smadzeņu vēzi ir pārāk konsekventa, lai uzskatītu to par nejaušu gadījumu. Galvenais ir noskaidrot, vai šī saistība attiecas tikai uz elektromagnētisko lauku vai arī uz citiem riska faktoriem darbavietā.

Starptautiskās normas nosaka atsevišķus lielumus atsevišķām elektromagnētiskā lauka sastāvdaļām (elektriskam un magnētiskam laukam), jo to savstarpējās attiecības konkrētos gadījumos var būt ļoti dažādas.

JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

11

IEVADS

Mūsdienās radioaktīvos izotopus un jonizējošā starojumu ģeneratorus izmanto vairākās ražošanas nozarēs, īpaši kodolfizikā, atomenerģētikā, radioķimijā, radiācijas ķīmijā, radiobioloģijā un medicīnā. Latvijā arvien lielāku nozīmi iegūst jonizējošā starojuma izmantošana medicīnā, piemēram, staru terapijā, diagnostikā (rentgendiagnostikā, datortomogrāfijā), radioimunoloģijas pētījumos u.c. Ja netiek ievēroti nepieciešamie aizsardzības pasākumi, jonizējošais starojums var būt ļoti bistams veselībai, tādēļ lielākajā daļā valstu, tai skaitā Latvijā, jonizējošā starojuma izmantošana tiek pakļauta stingriem likumiem. Profilaktiskie pasākumi saistībā ar jonizējošā starojuma izmantošanu Latvijā stingri pakļaujas Likumam par radiācijas drošību un kodoldrošību (07.11.2000.), Ministru Kabineta noteikumiem Nr.149 (09.04.2002.) «Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu» un Ministru Kabineta noteikumiem Nr.97 (05.03.2002.) «Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu medicīniskajā apstārošanā».

Apskatīsim galvenās problēmas, kas jāievēro darba vietās, kurās izmanto jonizējošā starojuma avotus:

Pirmkārt, jebkura iekārta, kura sastāv no jonizējošā starojuma ģeneratoriem (rentgena starojuma iekārtas, elektronu paātrinātāji), vai kura darbojas ar radioizotopu palīdzību (radioaktīvā ^{60}Co gamma starojuma avots u.c.),

jāuzskata par «radioaktīvu iekārtu» un tās lietošanai jāsaņem īpaša atļauja. Šo atļauju katrā valstī izdod speciāla institūcija, kuras kompetencē ir radiācijas drošības un kodoldrošības valsts uzraudzība un kontrole. Latvijā minētā institūcija ir Radiācijas drošības centrs (RDC).

Otrkārt, visiem tiem darbiniekiem, kas strādā ar jonizējošā starojuma avotiem, jābūt pilnībā informētiem par šo iekārtu uzbūves un vadības principiem, par radioaktīvo izotopu fizikālajām, ķīmiskajām īpašībām un riskiem, kas saistīti ar jonizējošā starojuma avota vai radioaktīvo materiālu lietošanu, kā arī par aizsardzības līdzekļiem un rīcību ārkārtas situācijās.

Treškārt, jābūt pieejamam «operāciju žurnālam», kurā tiek fiksētas veiktās operācijas, kā arī visi negadījumi. Iekārtas tuvumā un tās apkātnē regulāri jākontrolē radiācijas līmenis («fons»), ko novērtē, nosakot ekspozīcijas dozas jaudu. Darbinieku drošība jākontrolē individuāli, nosakot saņemtās radiācijas devas (absorbēto dozu) visam ķermenim kopumā (efektīvo dozu) vai atsevišķām ķermenēm daļām (ekvivalento dozu) ar monitordozimetrijas palīdzību.

VISAS IEKĀRTAS, KURAS DARBOJAS
AR RADIOIZOTOPU VAI JONIZĒJOŠĀ
STAROJUMA ĢENERATORU PALĪDZĪBU,
JĀUZSKATA PAR RADIOAKTĪVĀM IEKĀRTĀM

JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

Jonizējošais starojums ir lielas enerģijas elektromagnētiskais (fotonu) vai korpuskulārais (elektronu, protonu, neitronu, daudzlađetuju, kodoldališanās šķembu u.c.) starojums, kas spēj vielā izraisīt atomu un molekulu jonizāciju un ar to saistītos sekundāros procesus (izmaiņas ķīmisko, bioloģisko vielu u.c. materiālu struktūrā). Jonizējošam starojumam raksturīgs ļoti ūs vilņu garums, kas mērāms nanometros vai nanometra daļās. Piemēram, rentgena starojuma vilņu garums ir ap 1 nm, γ -starojumam – mazāks par 0,1 nm.

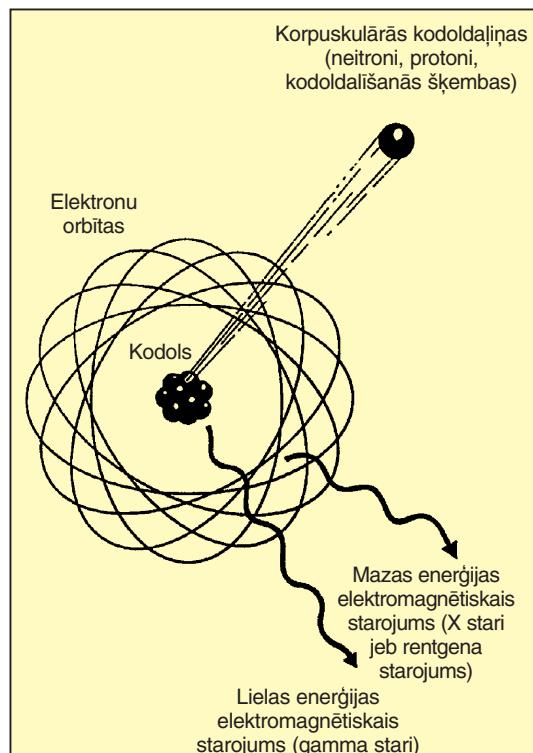
Starojumus var klasificēt pēc to izcelsmes (dabiskais un mākslīgais), vai arī pēc to jonizēšanas spējām (jonizējošais vai nejonizējošais). Piemēram, ultravioletais starojums var būt jonizējošs, ja tā vilņu garums ir mazāks par 100 nm, un nejonizējošs, ja tā vilņu garums ir lielāks. Tie starojuma veidi, kuriem ir liels vilņu garums (redzamā gaisma, infrasarkanais starojums, mikrovilņi, radio- un radara vilņi) uzskatāmi par nejonizējošo starojumu.

Sabrūkot atomam, rodas dažāda veida jonizējošais starojums. Visi iespējamie jonizējošā starojuma veidi rodas, piemēram, kodolsprādziešā. Attēlā uzskatāmi parādīts, no kuriem rodas jonizējošais starojums.

Tātad, par jonizējošu var uzskaitīt jebkuru starojumu, ja enerģijas līmenis ir pietiekams, lai atrautu elektronus no atoma apvalka, līdz ar to izsaucot tā jonizāciju.

Nemot vērā jonizējošā starojumu izcelsmi, tos var klasificēt šādi:

- **alfa starojums:** pēc kodolizcelsmes tie ir



pozitīvi lādēti hēlija atomi. Tiem piemīt augsta jonizēšanas spēja un maza caurspiešanās pakāpe (mazs noskrējiena ceļš vielā);

- **beta starojums:** tie ir no atoma atrauti negatīvi lādēti elektroni. Tiem piemīt lielāka jonizēšanas spēja un lielāka caurspiešanās pakāpe nekā alfa starojumam;
- **gamma starojums:** tas ir elektromagnētiskā starojuma veids, kuram nav masas. Piemīt visaugstākā caurspiešanās pakāpe.

IEDARBĪBA UZ ORGANISMU

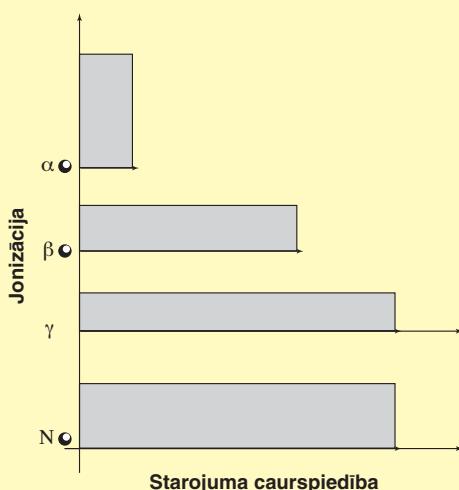
BIOLOGISKIE EFEKTI

Nonākot kontaktā ar organismu, jonizējošais starojums var izraisīt dažādas izmaiņas, kas saistītas ar šūnu un audu elementu jonizāciju. Jonizējošā starojuma iniciētās reakcijas var

būt tiešas un noritēt pašā molekulā, vai arī netiešas, ja notiek brīvo radikāļu rašanās, kas, savukārt, ieteikmē citas molekulas.

Bioloģiskais kaitējums rodas makromolekulā-

STAROJUMA KAITĪGUMS CILVĒKA ORGANISMAM



α -dalīnās: Maza caurspiedība materiālā, toties ļoti liela jonizācijas spēja, kādēļ tiek izraisīti vislielākie audu bojājumi. Vislielākā bīstamība attiecas uz organisma iekšējo piesārņojumu (radioaktīvā viela ir inkorporēta organismā ieelpojot vai nokļuvusi caur gremošanas traktu).

β -dalīnās: Liela jonizācijas spēja. Bīstamās attiecībā gan uz iekšējo, gan ārējo apstarojumu.

γ -stari: Liela jonizācijas spēja. Vislielākā caurspiedība. Sevišķi bīstami ārējās apstarošanas gadījumos.

Neutroni: Dažāda jonizācijas spēja un dažāda caurspiedība atkarībā no neutronu dabas (ātrie neutroni, lēnie neutroni) un energijas.

rā līmenī, jonizējošajam starojumam iedarbojties uz DNS (dezoksiribonukleīnskābju) molekulām, kuras ir svarīga šūnu sastāvdaļa. Starojuma iedarbība var izraisīt DNS šūnu dalīšanos, kas, savukārt, rada nevēlamus ģenētiskos efektus, ieskaitot šūnu atmiršanu. Var izmainīties DNS molekulu šūnu struktūra, radot mutācijas – nepareizas ģenētiskās informācijas izpausmes.

Visas šīs izmaiņas DNS molekulās nodara kaitējumu šūnu līmeni. Tas var ietekmēt šūnu dalīšanos vai atjaunošanos, dažkārt, izraisot šūnu atmiršanu un nodarot bojājumus audos. Tādējādi jonizējošais starojums izraisa divu veidu bioloģiskos efektus – somatiskos (kaitējums nodarīts konkrētam indivīdam) vai ģenētiskos (efekts izpaužas nākamajās paaudzēs). Hroniskas apstarošanas (ilgtermiņa) gadījumos bioloģiskais efekts var būt ar vissmagākajām sekām, jo rodas risks saslimt ar leikēmiju un īaundabīgiem audzējiem.

Jonizējošā starojuma izraisītajam efektam ir tikai viena «cēloņa – seku» saistība, sākot ar indivīda saņemto absorbēto dozu, tā saucamo «sliekšņa devu», kas iestājas, ja visa kermeņa absorbētā doza pārsniedz 0,25 Sv (zivertus). Shēmā virs teksta parādīti vidējie kaitējuma lie-

umi, kas ir tieši proporcionāli saņemtā starojuma daudzumam. Grafikos zem teksta attēlotais līmenis nenorāda, kā organismā izpaužas starojuma efekti, bet norāda varbūtību, ka ilgākā laika periodā šādi efekti parādīsies, palielinoties organismā saņemtajai absorbētai dozai.

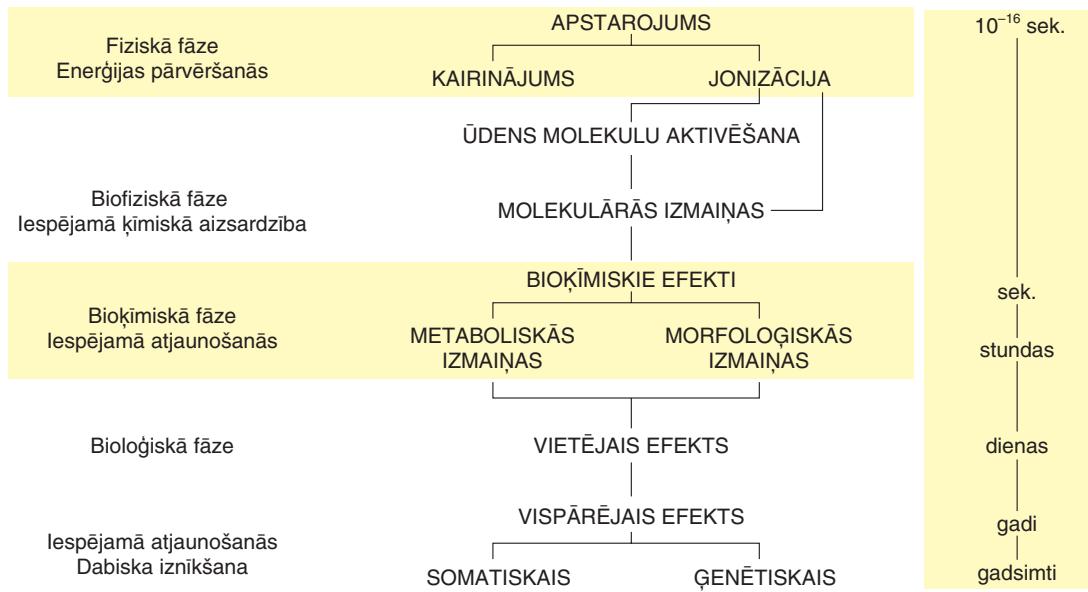
**JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA IZRAISĪTIE
EFEKTI VAR PARĀDĪTIES PĒC
ILGĀKA LAIKA, PAT TAD,
JA STAROJUMA IEDARBĪBA
JAU IR PĀRTRAUKTA**

Nemot vērā to, ka dažādiem jonizējošā starojuma veidiem ir dažāda jonizācijas spēja un dažādi caurlaidības līmeņi, nokļūstot organismā caur ādu, var runāt par divu veidu risku, kam pakļauts cilvēka organismš: apstarojums un radioaktīvais piesārņojums (dalīju inkorporācija organismā).

Ārējais apstarojums

Ārējā apstarojuma risks pastāv gadījumā, ja cilvēks ir pakļauts jonizējošā starojuma iedarbībai, nebūdams tiesā saskarē ar starojuma avotu. Tas var ietekmēt vai nu visu organismu,

JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA BIOLOGISKĀ IEDARBĪBA



vai arī atsevišķas tā daļas. Vislielākais apstarojuma risks piemīt starojumam ar lielu caurspiešanās spēju, tātad, saskaroties ar X stariem (rentgena starojumu) vai gamma stariem.

Radioaktīvais piesārņojums

Radioaktīvā piesārņojuma risks pastāv gadījumos, kad cilvēks atrodas tiešā saskarē ar

SAKARĪBA DOZA – REAKCIJA

Attēls A

Sakarība starp saņemto dozu un tūlītējiem efektiem

Efekts



Attēls B

Iespējamā sakarība starp saņemto dozu un vēlinajiem efektiem.

Iespējamais efekts



atklātu starojuma avotu, piemēram, ar radioaktīvām vielām, kas var būt izkliedētā stāvoklī (gāzes, tvaiki, aerosoli), vai arī atrodas uz virsmas nosēdumu veidā. Atkarībā no tā, vai piesārņojums nokļūst organismā iekšienē vai nē, tas tiek saukts par iekšējo vai ārējo piesārņojumu. Alfa starojumiem ir neliela caurspiešanās spēja, toties piemīt ļoti liels jonizācijas

efekts, tādēļ, nokļūstot organismā (iekšējā piesārņojuma gadījumā), rodas šūnu bojājumi, kas var būt ļoti bīstami.

**JA RADIOAKTĪVA VIELA NONĀK ORGANISMĀ
(INHALĀCIJAS CEĻĀ), RADIĀCIJAS RADĪTIE
EFEKTI TURPINA ATTĪSTĪTIES**

LIELUMI UN MĒRVIENĪBAS

Turpinājumā īsi raksturoti visbiežāk sastopamie lielumi un mērvienības, kas saistītas ar jonizējošo starojumu.

Aktivitāte

Aktivitāti definē kā radioaktīvo atomu sabrukšanas skaitu laika vienībā. Aktivitātes mērvienība Starptautiskajā mērvienību sistēmā (SI) ir Bekerels (Bq), kas nozīmē 1 sabrukšanas aktu 1 sekundē: $1 \text{ Bq} = 1 \text{ sabr./s}$. Agrāk mēriju mos izmantoja CGS sistēmas (saīsinājums no *centimetra, grama un sekundēm*) mērvienību – Kiri (Ci).

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ci} &= 2,7 \times 10^{10} \text{ sabr./s} \\ 1 \text{ Bq (SI sistēmā)} &= 2,7 \times 10^{-11} \text{ Ci} \\ &\quad (\text{CGS sistēmā}) \end{aligned}$$

Ar laiku starojuma aktivitāte samazinās pēc noteiktas likumsakarības, kas atkarīgs no pus-sabrukšanas perioda $T_{1/2}$. Tas ir laiks, kas nepieciešams, lai sabrukto puse no radionuklīdu kodolu sākotnējā skaita. Šis laiks katram radioaktīvajam izotopam ir siks un var ievērojami atšķirties. Piemēram, $T_{1/2}$ var būt gan sekundes daļas, gan miljons gadu.

Absorbētā doza

Absorbētā doza (D) ir energijas daudzums, kas absorbēts vidē (cietā, šķidrā, gāzveida), rēķinot uz masas vienību. Absorbētās dozas mērvienība ir Grejs (Gy).

$$\begin{aligned} 1 \text{ Grejs (Gy)} &= 1 \text{ J(džouls)/kg} \\ 1 \text{ Gy (SI sistēmā)} &= 100 \text{ rad (CGS sistēmā)} \end{aligned}$$

Ekvivalentā doza

Tā ir cilvēka absorbētā doza, nēmot vērā nodarīto kaitējumu vai izraisīto bioloģisko efektu. Ekvivalentā doza (H) ir absorbētā doza (D) kādā atsevišķā orgānā vai audos atbilstoši starojuma veidam un energijas diapazonam. Tā var atšķirties no absorbētās dozas atsevišķiem starojuma veidiem. Šo atšķirību nosaka attiecīgā veida jonizējošā starojuma ietekmes faktors W_R attiecīgajam energijas diapazonam. Tādēļ ekvivalento dozu nosaka absorbētās dozas reizinājums ar šo ietekmes faktoru:

$$H = D \times W_R$$

Ekvivalentās dozas mērvienība ir Zīverts (Sv):

$1 \text{ Sv (SI sistēmā)} = 100 \text{ rem (CGS sistēmā)}$
Visbiežāk sastopamo starojumu ietekmes faktori (W_R) ir :

Gamma starojums (γ), rentgenstarojums (X)

$$W_R = 1$$

Beta starojums (β^-), paātrinātie elektroni (e^-)

$$W_R = 1$$

Protonu starojums (β^+) $W_R = 5$

Lēno neutronu (enerģija 10 keV) starojums (N)

$$W_R = 10$$

Alfa daļīnas (α^{2+}) $W_R = 20$

JONOZĒJOŠĀ STAROJUMA DOZU LIMITI

Vairumā valstu pastāv likumdošanas normas, kas nosaka dozu limitus vai maksimālo pieļaujamo dozu, kādu cilvēks drīkst saņemt noteiktā laika periodā. Latvijā šādi ierobežojumi ir noteikti Ministru Kabineta noteikumos Nr.149 (09.04.2002) «Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu».

Dozu ierobežojumi attiecināmi gan uz ekvivalento dozu (atsevišķiem orgāniem un audiem), gan uz efektīvo dozu (E), ja tiek apstarots viss ķermenis. Efektīvā doza (E), tātad, ir visu ķermenā audu un orgānu ārējās apstarošanas (ja jonizējošā starojuma avots atrodas ārupus ķermenā) un iekšējās apstarošanas (ja

jonizējošā starojuma avots atrodas ķermenā iekšpusē) ekvivalento dozu summa, nemot vērā jonizējošā starojuma ietekmes faktoru uz audiem:

$$E = \Sigma H \times W_R$$

Šīs robežas nedrīkst tikt pārsniegtas, lai gan saskaņā ar optimizācijas un novērtēšanas pētījumu rezultātiem, tās var tikt atbilstoši pazeinātas.

Dozu limiti atšķiras profesionālam riskam pakļautajām personām (piemēram, ārstam-rentgenologam) no personām (piemēram, iedzīvotājiem), kas nav pakļauti šiem riskiem (skat. tabulu).

DOZU PAMATLIMITI

Vispārējā iedarbība (efektīvā doza)	Profesionālam riskam pakļautās personas	
	Darbiniekiem	20 mSv/gadā
	16 līdz 18 gadiem mācekļiem un studentiem	6 mSv/gadā
	Profesionālam riskam nepakļautās personas (iedzīvotāji)	
	Vispārējā kategorija	1 mSv/gadā
Vispārīga vai daļējā iedarbība uz atsevišķām organismā daļām (ekvivalentā doza)	Profesionālam riskam pakļautās personas	
	Acs lēca	50 mSv/gadā
	Jebkurai 1 cm ² lielai ādas virsmai	150 mSv/gadā
	Plaukstām, apakšdelmiem, pēdām un potitēm	150 mSv/gadā
	Profesionālam riskam nepakļautās personas (iedzīvotāji)	
	Acs lēca	15 mSv/gadā
	Jebkurai 1 cm ² lielai ādas virsmai	50 mSv/gadā
	Plaukstām, apakšdelmiem, pēdām un potitēm	50 mSv/gadā
Īpašie gadījumi	Darbinieci – grūtnieci un mātei, kas baro bērnu ar krūti, efektīvās dozas pamatlīmits ir 1 mSv/gadā	
	Radiācijas avārijas gadījumos var būt īpaši atļautā apstarošana, ja efektīvā doza nepārsniedz 50 mSv attiecīgajā gadā un 100 mSv gadā piecus gadus pēc kārtas.	
Kopējo apstarojuma devu, ko nedrīkst pārsniegt cilvēka dzīves laikā, var tikt izteikt šādi: D: ≤ 5 (N – 18) (D: saņemtā doza, N: cilvēka vecums)		

AR JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA IEDARBĪBU SAISTĪTAIS RISKS

Jonizējošā starojuma risks ir atkarīgs no virknes dažādu faktoru: radiācijas avota veida (slēgtie vai atklātie avoti), aktivitātes un pussabrukšanas perioda, kā arī starojuma specifiskām īpašībām.

Ārējās apstarošanas gadījumā, kad nav tieša kontakta ar radiācijas avotu, pastāv četri riska faktori: avota radioaktivitāte, attālums līdz tam, iedarbības laiks un aizsardzības ekrāna veids. Saskaņā ar šiem faktoriem, jāizvēlas atbilstoši aizsardzības līdzekļi, piemēram, jāpalielina distance līdz avotam, jāsamazina uzturēšanās laiks avota tuvumā, vai jāizvēlas piemērots aizsardzības materiāls (svina aizsargekrāni u.tml.), lai novērstu vai samazinātu minēto risku.

Radioaktīvā piesārņojuma gadījumā, kad ir tiešs kontakt ar radiācijas avotu, risks pastāv darba vietās, kas saistītas ar radionuklidu pētījumiem (piemēram, radioķimiskās laboratorijas), kvalitātes kontroli, kodolmedicīnas pētījumiem utt. Piesārņojums var nonākt organismā caur muti, elpošanas ceļiem vai caur ādu. Šajā gadījumā aizsardzības pasākumiem jābalstās uz atbilstoša darba plāna izstrādi, individuālo aizsardzības līdzekļu lietošanu un pietiekamu personāla informētības un izglītības līmeņa nodrošināšanu.

Lai plānotu kādu darbu, iepriekš jānoskaidro, kādi radionuklii tiks lietoti, kāda ir to enerģija (elektronvoltos), kāda ir dozas lauka intensitāte avota apkārnē, kādi ir riska orgāni, kuri var tikt pakļauti starojuma riskam, kā arī jāzina radionuklīda bioloģiskā dzīvotspēja organismā, kuru, savukārt, novērtē pēc bioloģiskā pusizvadišanas laika. Tātad, jāzina radioaktīvo vielu paliekošā izturība deponētajos orgānos un ātrums, kādā tās tiek izvadītas no organismā.

**DEVA, KO SANEM DARBINIEKS,
NEKĀDĀ GADĪJUMĀ NEDRĪKST
PĀRSNIEGT 20 mSv GADĀ**

Radioaktīvo vielu paliekošo izturību depo orgānos raksturo ar efektīvo pusizvadišanas periodu (T_{ef}), ko nosaka kā funkciju no bioloģiskā pusizvadišanas perioda

(T_b – laiks, kad bioloģiski tiek izvadīta puse vielas daudzuma) un radioaktīvās vielas fizikālā pusperiode ($T_{1/2}$ – laiks, kad vielas radioaktivitāte samazinās uz pusī):

$$T_{\text{ef}} = \frac{T_b \cdot T_{1/2}}{T_b + T_{1/2}}$$

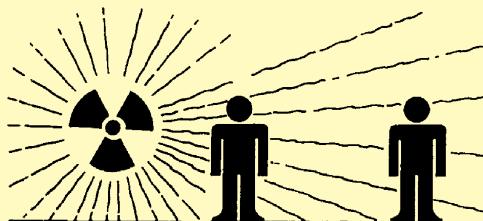
AIZSARDZĪBAS PASĀKUMI

Jebkura darba vieta, kurā lieto jonizējošā starojuma ģeneratorus vai strādā ar radionuklidiem un tos uzglabā, tiek uzskatīta par bīstamu. Tādēļ, atbilstoši LR likumam par radiācijas drošību un kodoldrošību, šai darba vietai (uzņēmumam) likumā noteiktā kārtībā ir jāsaņem speciāla atlauja (licence). Tāpat jābūt vienai atbildigai personai (operatoram), kas nodrošina radiācijas drošību un atbild par pastāvošo likumdošanas normu ievērošanu.

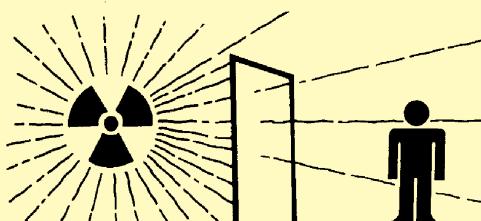
Šim darbiniekam ir jābūt speciāli apmācītam un jāpārzina viss, kas saistīts ar minēto jonizējošā starojuma avotu (iekārtu, laboratoriju u.tml.). Jānodrošina, lai visiem darbiniekiem būtu pieejama atbilstoša informācija un viņi būtu apmācīti darbā ar jonizējošā starojuma avotiem vai radioaktīvām vielām.

Turpinājumā aplūkosim dažus drošības pasākumus, kam jāpievērš uzmanība, strādājot ar jonizējošo starojumu.

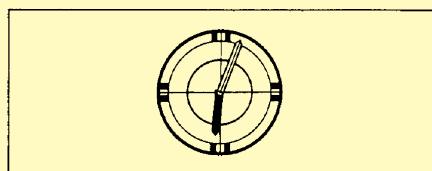
AIZSARDZĪBA PRET ĀRĒJO APSTAROJUMU



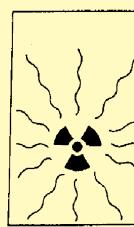
Lielāks attālums – mazāka iedarbība un doza



Piemērota aizsardzība ļauj saīsināt distanci un samazināt starojuma dozu



NEDRIKST NELIETDERIGI
IZMANTOT IEDARBĪBAS LAIKU
(doza ir vienmēr tam proporcionāla)



radiācija no slēgta jonizējošā starojuma avota
ĀRĒJĀ APSTAROŠANA
(efekts izbeidzas reizē ar iedarbību)

RISKA ZONU NOTEIKŠANA UN APZĪMĒJUMI

Vietas un telpas, kurās strādā ar radioaktīvām vielām, ir precīzi jāieberobežo un jāapzīmē, lai būtu skaidri saprotami atsevišķie riski. Sašanājā ar MK noteikumiem «Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu» tiek noteiktas vairākas zonas un apakšzonas atkarībā no iespējamās saņemtās radiācijas devas (atbilstoši novērtētajai paredzamaijonizējošā starojuma dozai gadā):

1. *kontroles zona* – zona ap katru jonizējošā starojuma avotu, kurā starojuma doza var pārsniegt $\frac{3}{10}$ no jonizējošā starojuma dozu limitiem;
2. *pārraudzības zona* – teritorija ārpus kontroles zonas, kurā jonizējošā starojuma doza var pārsniegt efektīvās dozas pamatlīmitu 1 mSv/gadā .

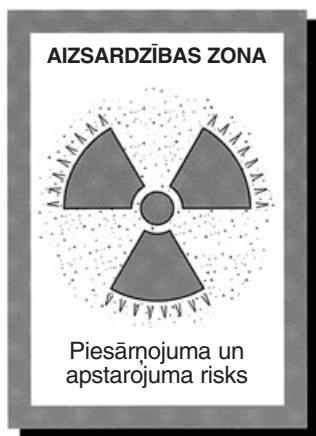
Ja nepieciešams, var tikt izveidotas vairākas apakšzonas:

- a) radiācijas teritorija – telpa vai teritorija, kurā darbinieks var saņemt dozu, kas

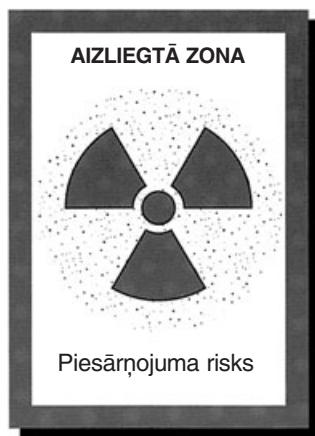
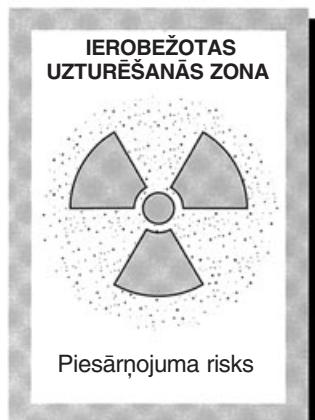
lielāka par $0,05 \text{ mSv/stundā}$. Izmanto brīdinājuma zīmi ar vārdiem «**KONTROLES ZONA. RADIĀCIJAS TERITORIJA**»;

- b) augstas radiācijas teritorija – telpa vai teritorija, kurā darbinieks var saņemt dozu, kas lielāka par $0,1 \text{ mSv/stundā}$; Izmanto brīdinājuma zīmi ar vārdiem «**KONTROLES ZONA. AUGSTAS RADIĀCIJAS TERITORIJA**»;
- c) ļoti augstas radiācijas teritorija – telpa vai teritorija, kurā darbinieks var saņemt dozu, kas lielāka par 5 mSv/stundā ; Izmanto brīdinājuma zīmi ar vārdiem «**KONTROLES ZONA. ĽOTI AUGSTAS RADIĀCIJAS TERITORIJA**».

Vietu kontroles zonā, kur lieto vai glabā radioaktīvo materiālu marķē ar radiācijas brīdinājuma zīmi (radiācijas simbols un vārdi «**RADIOAKTĪVIE MATERIĀLI**»)



Pelēkzils propellers uz balta fona



Sarkans propellers uz balta fona

Aizsardzības zona

Tā ir vieta, kur iespējams saņemt lielāku starojuma dozu nekā 1/10 gada dozas, bet tā nevar pārsniegt 3/10 no dozas limita. Šī zona tiek apzīmēta ar pelēkzilu propelleru uz balta fona.

Kontroles zona

Zona, kur var saņemt vairāk nekā 3/10 no starojuma dozas limitiem. Šo zonu apzīmē ar zaļu propelleru uz balta fona.

Pārējās likumā norādītās zonas ir «ierobežotas atrašanās zona», kurā var tikt pārsnieg-

tas gadā noteiktās apstarojuma dozas un «aizliegtā zona», kurā kaut vienā darbībā tiek pārsniegta gada norma. Šīs zona apzīmē atbilstoši apzīmē ar dzeltenu vai sarkanu propelleru uz balta fona.

VIETĀM UN TELPĀM, KURĀS
STRĀDĀ AR RADIOAKTĪVĀM VIELĀM,
JĀBŪT PRECĪZI NOROBEŽOTĀM
UN ATBILSTOŠI APZĪMĒTĀM

Darba metode

Strādājot ar radioizotopiem, pirms ķerties pie uzdevuma izpildes, jāsastāda precīzs darba plāns un jāizvēlas darbinieki, kas būs atbildīgi par tā pilnīgu izpildi. Darba plānā ir jābūt informācijai par nepieciešamajiem aizsardzības pasākumiem, attīrišanas metodēm, radioaktīvo atkritumu savākšanas sistēmu un rīcību ārkārtas situācijās (evakuācijas plāns). Turpinājumā seko daži vispārēji ieteikumi darbam ar radioizotopiem:

- izmantotajam materiālam jābūt specifiskam un īpaši markētam;
- radioaktīvu vielu pārvietošanai jāizmanto paplātes no materiāla, kuram nav poras, un pārklātām ar filtrpapīru, lai novērstu negadījumus (izlīšanu, salūšanu u. tml.);
- darba virsmām jābūt gludām, bez porām un bez izcilīniem;
- darbs jāveic telpās, kurās ir atbilstoša ventilācijas sistēma ar filtru, kas spēj aizturēt radioaktīvās vielas arī aerosolu veidā;
- sienām, grīdām un jumtiem jābūt gludiem, bez porām un padziļinājumiem. Ja nepie-

ciešams, tās jāpārklāj ar svinu. Jābūt nodrošinātai ugunsdrošībai;

- darbus ar atklātām radioaktīvām vielām jāveic speciālos boksos, kuri ir aprīkoti ar vietējo nosūces ventilāciju. Boksos jābūt atverēm, kurās tiek hermētiski fiksēti gumijas cimdi;
- laboratorijās nedrīkst izmantot parastās pipetes, jālieto pipetes ar fiksētu galu (piemēram, galā ir gumijas baloniņš, kas ļauj veikt šķidruma iesūkšanu ar rokām) vai automātiskas darbības pipetes;
- darba vietā jābūt radionuklīdu vietai, kur uzkrāt, neutralizēt vai iznīcināt nelielus daudzumus radioaktīvo atkritumu, jābūt žurnālam, kurā apkopota visa informācija par izejvielām un to atrašanās vietu. Jānozīmē atbildīgā persona par radiācijas drošību radioaktīvo vielu noliktavā;
- visi radioaktīvie materiāli un vielas jāglabā speciālās, īpaši markētos svina konteineros, kuru iekšpuse ir oderēta ar nerūsējošo tēraudu;
- radioaktīvajā zonā aizliegts ienākt ielas apģērbā, ēst, dzert, smēķēt.

RADIĀCIJAS PĀRBAUDE

Visās telpās un darba vietās, kurās veic darbības ar jonizējošo starojumu, jānodrošina periodiska radiācijas līmeņa kontrole, izmantojot dažāda veida jonizējošā starojuma mēritājus (jonizācijas kameras, Geigera-Millera skaitītāju, ķīmiskos dozimetrus u.c.).

Visi darbinieki jānodrošina ar individuāliem

dozimetriem, kas ļauj izvērtēt noteiktā laika periodā saņemto efektīvo vai ekvivalento starojuma dozu. Tāpat, visi darbinieki, kas strādā ar jonizējošo starojumu, ir pakļauti obligātajām veselības pārbaudēm. Strādāt ar jonizējošo starojumu drīkst personas, kas vecākas par 18 gadiem.

ATKRITUMU SAVĀKŠANA

Radioaktīvo atkritumu savākšana saistīta ar īpašu risku, tādēļ tā jāatdala no citu atkritumu savākšanas, turklāt radioaktīvajiem atkritumiem paredzētajām tvertnēm jābūt īpaši markētām.

Atkritumu samazināšana atkarīga no tādiem faktoriem kā forma, radionuklīdu sastāvs, starojuma apjoms un ilgums. Jāņem vērā, ka atkritumu jonozējošais starojums var iedarbo-



ties vēl ilgi pēc veiktās darbības, tādēļ tie jāsavāc speciālās tvertnēs un katrs veids jāuzglabā atsevišķi.

RADIOAKTĪVIE ATKRITUMI JĀSAVĀC ĪPAŠĀ, DALĪTĀ VEIDĀ UN ATBILSTOŠI JĀMARķĒ

Šķidrie atkritumi ar mazu aktivitāti (mazu starojuma intensitāti) jāuzglabā polietilēna konteineros, cietie atkritumi atbilstoši polietilēna mai-
sos vai konteineros (ja tiem ir šķautnes, asas malas u.tml.).

Atkritumi ar lielu aktivitāti (lielu starojuma intensitāti) un vidēji īsu aktivitātes periodu jā-
uzglabā atsevišķi, kamēr samazinās to radio-
aktivitāte un tos var izmest kopā ar parasta-
jiem atkritumiem.

Atkritumu ar ilgu aktivitātes periodu savāk-
šana jāveic speciālizētiem uzņēmumiem.
Latvijā ar specializēto radioaktīvo atkritumu sa-
vākšanu nodarbojas uzņēmums RADONS,
kas nodrošina minēto atkritumu konteineru
piegādi un izvešanu.

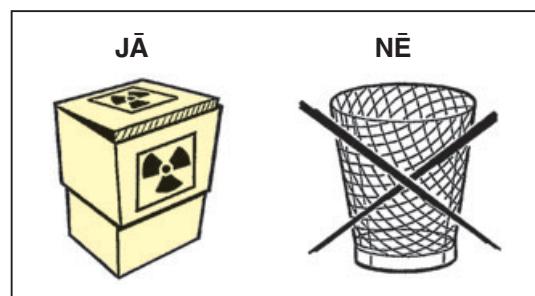
Ārkārtas situāciju plāns

Darba vietā (uzņēmumā, laboratorijā, iekār-
tā) jābūt izvietotam ārkārtas situāciju plānam.
Galvenie pasākumi avārijas situācijām:

1. bojātās zonas ierobežošana un markēša-
na;
2. darbinieku evakuācijas nodrošināšana vir-

zienā no jonizējoša starojuma avota (pie-
sārņojuma centra), nepieciešamo komu-
nikāciju un aizsardzības līdzekļu nodroši-
nāšana;

3. piesārņojuma līmeņa izmērišana cietuša-
jiem, lai noteiktu tos, kuriem šis piesārņo-
jums pārsniedz limitus;
4. piesārņojuma līmeņa noteikšana negadī-
juma zonā;
5. darbinieku un negadījuma vietas attīrišana
no piesārņojuma.



Veselības aizsardzība

Visiem darbiniekim, kas pakļau ti-
jonizējošiem starojumiem, un saņēmuši staro-
juma dozu, kas pārsniedz likumā noteikto 1/10
daļu no gada normas, jāveic ikgadēja obligātā
veselības pārbaude.

Darbiniekim, kas uzsāk darbu ar jonizējošā
starojuma avotiem, jāveic pilnīga veselības
pārbaude pēc Radiācijas centra norādījumiem.

Jābūt atsevišķam ziņojumam par katru
strādājošo ar lieljaudas jonizējošā starojuma
avotiem (^{60}Co -iekārtas, elektronu paātrinātājs,
rentgena iekārtas u.c.).

Visi dati (medicīniskie un dozimetriskie) jāsa-
glabā 45 gadus pēc iekārtas (uzņēmuma, la-
boratorijas) slēgšanas.

JĀBŪT PILNĪGAI INFORMĀCIJAI
PAR KATRU STRĀDĀJOŠO AR
JONOZĒJOŠO STAROJUMU, KURĀ
ATSPOGUĻOTI DATI PAR SAŅEMTO
RADIĀCIJAS DEVU

*Eiropas Darba drošības un veselības aizsardzības
nacionālā kontaktpunkta mājas lapa*

<http://osha.lv>

BIOLOGISKIE PIESĀRŅOTĀJI

12

IEVADS

Atšķirībā no ķīmiskajiem un fiziskajiem piesārņotājiem, bioloģiskie piesārņotāji ir dzivas būtnes, organismi ar noteiktu dzives ciklu, kas iekļūstot cilvēka organismā izraisa infekcijas slimības vai parazitāras saslimšanas.

Bioloģiskie piesārņotāji var izraisīt dažādu veidu saslimšanas, kuras daudzos gadījumos cilvēkam nodod vai nu citi cilvēki vai dzīvnieki. Daži piemēri bioloģisko aģentu izraisītām slimī-

bām ir stingumkrampji, B hepatīts, ērču encefalīts u.c.

VĪRUSA NĒSĀTĀJS (CILVĒKS / DZĪVNIEKS)
RADA PIEMĒROTUS APSTĀKLUS
(TEMPERATŪRU, MITRUMU, BARĪBU)
PATOGĒNU BIOLOGISKO
AĢENTU ATTĪSTĪBAI

KLASIFIKĀCIJA

Bioloģiskos aģentus, vadoties pēc to īpašībām, var iedalīt piecās galvenajās grupās:

- vīrusi;
- baktērijas;
- protozoji;
- sēnītes;
- parazīti (helminti u.c.).

Vīrusi

Vīrusi ir ārkārtīgi maza izmēra visvienkāršākā dzīvības forma. Vīrusu dzīvības cikla nodrošināšanai ir obligāti nepieciešams nēsātājs. Tas nozīmē – lai vīrusi spētu vairoties, tiem ir nepieciešams ieklūt kādā dzīvā organismā.

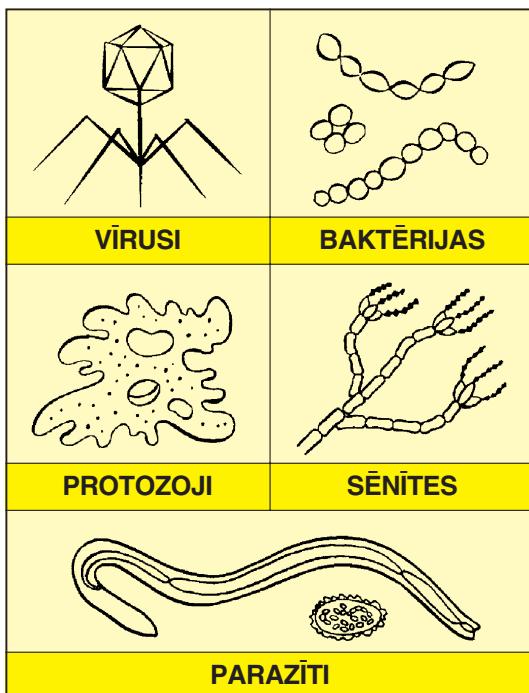
Vīrusi ir nervu sistēmu bojāošās trakumsērgas un aknas bojāošā hepatīta B izraisītāji.

Baktērijas

Baktērijas ir nelieli organismi, kas ir nedaudz sarežģītāki par vīrusiem, un atšķirībā no tiem ir spējīgi dzīvot noteiktā vidē bez nēsātāja starpniecības.

Pie šīs grupas pieder arī tie aģenti, kas izraisa stinguma krampjus (izraisa stingumu muskuļos) un tuberkulozi (pirmām kārtām skarot plaušas).

Ir jāatzīmē dažu baktēriju spējas veidot sporas, tas nozīmē – radīt dzīvības formas, kas ir izturīgas pret nelabvēlīgiem ārējās vides apstākļiem. Šādas dzīvības formas pat gadiem ilgi var pārciest sausumu un barības vielu trūkumu, tāpat, īsos laika periodos arī augstas



temperatūras, vēlāk veidojot jaunās baktērijas, kurām nonākot kontaktā ar cilvēka organismu piemīt spēja inficēt. Piemēram, baktērijas, kas veido sporas, ir stingumkrampju baktērijas.

Protozoji

Protozoji ir pārsvarā vienšūnu organismi, kas spēj brīvi izplatīties, bet daži no tiem dzīvo kā

mugurkaulnieku parazīti, un dažiem no tiem pilnīgai attīstībai ir nepieciešami vairāki nēsātāji.

Šai grupai ir pieskaitāmi aģenti, kas izraisa amebiāzi (zarnu infekcijas) un toksoplazmozi (ipaši smaga grūtnieču infekcija, kas var izraisīt augļa patoloģiju). Atsevišķos gadījumos aģentu transportēšana no viena nēsātāja uz otru var notikt ar insektu starpniecību.

Sēnītes

Sēnītes ir mikroskopiska dzīvības forma, kas izpaužas kā veģetatīva struktūra, saukta par micēliju, kam ir pavedienveidīga struktūra. To parastā dzīvības vide ir augsne, bet daži šīs grupas komponenti ir tiklab augu, kā dzīvnieku un, protams, arī cilvēka parazīti. Kā piemēru var minēt kandidas grupas sēnīti (parazītveida rauga sēnīti, kas bojā ādu).

Parazītveida tārpī

Tie ir daudzšūnu dzīvnieki, kam raksturīgi sarežģīti dzīvības cikli un dažādas attīstības fāzes. Bieži tie katru atsevišķo attīstības fāzi (ola, kāpurs, pieaudzis parazīts) izdzīvo dažādos nēsātājos (dzīvnieki/cilvēki), un pārnešanu no viena nēsātāja uz otru notiek pa atšķirīgiem ceļiem (izkārnījumi, ūdens, barības vielas, insekti, grauzēji u.c.).

Šis dzīvās būtnes var nonākt cilvēka organizma iekšienē pa dažādiem ieklūšanas ceļiem.

AR BIOLOGISKAJIEM PIESĀRNOTĀJIEM SAISTĪTAIS RISKS UN PREVENTĪVIE PASĀKUMI

Bioloģiskajiem faktoriem var būt pakļauti dažādu nozaru darbinieki. Kā piemēri ir minami: darbs pārtikas uzņēmumos; darbs lauksaimniecībā; darbi, kuros pastāv kontakts ar dzīvniekiem un/vai dzīvnieku izcelsmes produktiem; sanitārās aprūpes darbi; atkritumu pārstrāde; darbi ūdens attīrišanas iekārtās un rūpniecības procesi, kuros ir iesaistīti bioloģiskie aģenti.

JA DARBINIEKS DARBA VIDĒ
NONĀK KONTAKTĀ AR DZĪVIEM
ORGANISMIELEM, KAS TIEK DĒVĒTI
PAR BIOLOGISKIEM AĢENTIEM,
TIE VAR IZRAISĪT SASLIMŠANU
AR INFĒKCIJĀM UN
PARAZITĀRĀM SLIMĪBĀM

IEKĻŪŠANAS CEĻI ORGANISMĀ	
IEELPOJOT	Caur degunu, muti, plaušām
ĀDAS KONTAKTA CEĻŠ	Caur ādu
GREMOŠANA	Caur muti un barības vadu
PARENTERĀLAIS CEĻŠ	Caur brūcēm, nelieliem ievainojumiem, skrambām u.c.

Šis punkts iekļauj visu no tām profesionālajām aktivitātēm izrietošo riska faktoru kopumu, kurās nodarbinātie tiek, vai var tikt pakļauti bioloģisko aģēntu iedarbībai: mikroorganismiem, šūnu kultūrām un iekšējiem parazītiem, kas ir spējīgi izraisīt jebkura veida infekciju, alerģiju vai toksisku iedarbību. Ir būtiski norādīt uz diviem svarīgiem apstākļiem:

1. uz šim profesionālajām aktivitātēm ir attiecināma Direktīvā 2000/54/EC noteiktā bioloģiskā aģenta definīcija un piemērojamī MK noteikumi Nr. 189 (21.05.2002.) «Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar bioloģiskajām vielām»;
2. par bioloģiskajiem aģēntiem tiek uzskatīti arī tādi ģenētiski modificēti mikroorganismi, kas var izraisīt kādu no iepriekš minētajiem kaitīgajiem efektiem.

Riska novērtēšana

Ja rodas aizdomas par iespēju profesionālas aktivitātes laikā tikt pakļautam kāda bioloģiskā aģenta iedarbībai, ir jāveic ar minēto aktivitāti saistīto riska faktoru identifikācija un novērtēšana, ņemot vērā divus galvenos pamatkritērijus:

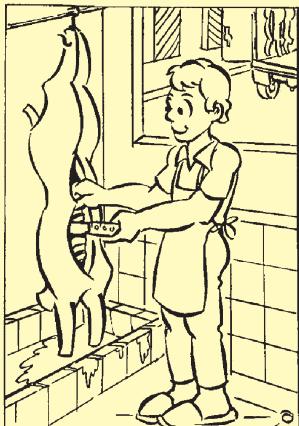
- a) jānovērtē bioloģiskā aģenta riska grupa Bioloģiskie aģenti, vadoties no to iedarbībai pakļauto personu inficēšanās riska pakāpes, tiek iedalīti četrās grupās:
 1. GRUPA: bioloģiskais aģents, kura spēja izraisīt veselības traucējumus ir maz ticama un pret kura iedarbību iespējami efektīvi preventīvie pasākumi un ārstēšana.
 2. GRUPA: bioloģisks aģents, kas var izraisīt veselības traucējumus un var būt

bīstams nodarbinātajiem, bet ir maz ticams, ka tas spētu izplatīties sabiedrībā. Ir pieejami efektīvi preventīvie vai ārstniecības pasākumi.

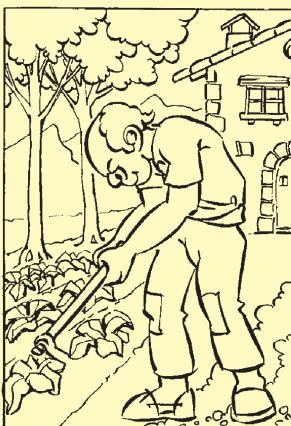
3. GRUPA: patogēns bioloģisks aģents, kas spēj izraisīt smagus veselības traucējumus un ir bīstams nodarbinātajiem. Pastāv izplatīšanās risks sabiedrībā. Ir pieejami efektīvi preventīvie vai ārstniecības pasākumi.
4. GRUPA: patogēns bioloģisks aģents, kas var izraisīt smagus veselības traucējumus un ir bīstams nodarbinātajam. Tā izplatīšanās sabiedrībā ir ļoti iespējama. Parasti nav pieejami efektīvi preventīvie vai ārstniecības pasākumi.

BIOLOGISKĀ AĢENTA BĪSTAMĪBAS
PAKĀPI NOSAKA TĀ SPĒJA IZRAISĪT
SASLIMŠANU, TĀ IZPLATĪŠANĀS
SPĒJA SABIEDRĪBĀ UN
EFEKTĪVU ĀRSTNIECĪBAS
PASĀKUMU EKSISTENCE

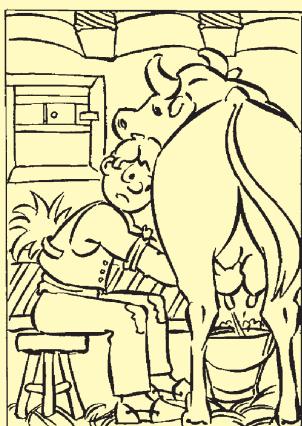
Pēc bioloģiskā aģenta piederības atbilstošai grupai nosaka tā bīstamības pakāpi; sākot ar 1. grupu, kurai piederošo aģēntu spējas izraisīt cilvēka saslimšanu ir maz ticamas, līdz pat 4. grupai, kurā ir iekļauti paši bīstamākie bioloģiskie aģenti. Eiropas Savienība ir paredzējusi sagatavot bioloģisko aģēntu sarakstu, kurā tiktu iekļauts katras aģenta nosaukums, sadalots tos kategorijās (parazīti, sēnītes, vīrusi, baktērijas un līdzīgi), pievienojot atbilstošu bioloģiskā aģenta piederības grupas numuru un norādes par to iespējamajām



PĀRTIKAS RŪPNIECĪBA



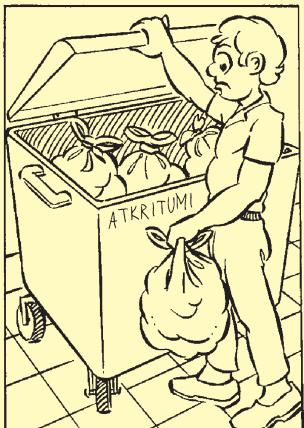
LAUKSAIMNIECĪBAS DARBI



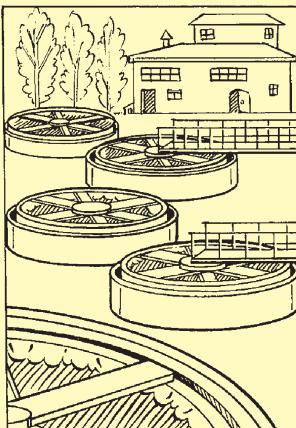
DARBI AR DZĪVNIEKIEM

SANITĀRĀS APRŪPES
DARBI

DARBI LABORATORIJĀS



ATKRITUMU PĀRSTRĀDE

DARBS ATTĪRŠANAS
IEKĀRTĀS

DARBS PAZEMĒ

toksiskajām un/vai alerģiskajām sekām.

b) Ekspozīcijas pakāpe

Ir jānodala divas pamatsituācijas:

- 1) darbības, kurās nepastāv apzināts nodoms izmantot bioloģiskos aģentus, bet tie var atrasties darba vidē, manipulējamajos paraugos, vai tos var pārnēsāt cilvēki un dzīvnieki. Kā šādu darbību piemērus var izdalīt darbus, kuros pastāv saskare ar dzīvniekiem, un sanitārās aprūpes darbus.
- 2) darbības, kurās pastāv apzināts nodoms izmantot bioloģiskos aģentus. Kā piemēru var minēt mikrobioloģiskās diagnostikas laboratorijas vai ar bioloģisko aģantu izmantošanu saistīti rūpnieciskie procesi.

Visbeidzot, medicīnas un veterināro pakalpojumu centros, arī tad, ja tie nesniedz diagnostikas pakalpojumus, ir jāpievērš īpaša uzmanība bioloģisko aģentu klātesamības iespējai. Piemēram, varbūtībai, ka pacientu varētu būt inficēti ar hepatīta B virusu vai HIV.

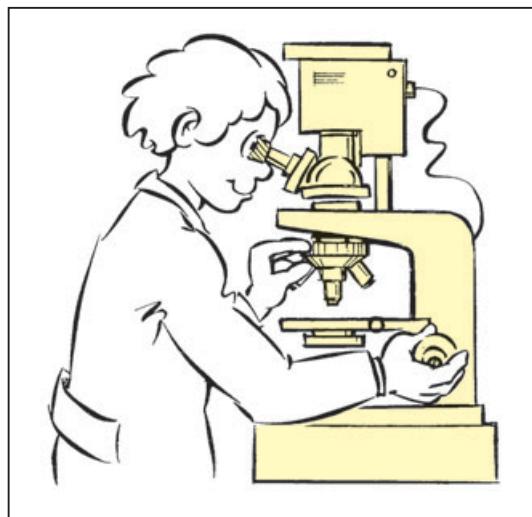
Sevišķa uzmanība ir jāpievērš ar biotehnoloģijām saistītajiem riska faktoriem. Ar jēdzienu «biotehnoloģija» saprot matēriju apstrādes tehnoloģiju un/vai noteiktu produktu vai pakalpojumu iegūšanu ar bioloģisku aģantu palīdzību. Atsevišķos gadījumos šie bioloģiskie aģenti ir mākslīgi – mikroorganismu ģenētiskā materiāla modifikācijas rezultāts, un tādos gadījumos tie ir tā sauktās «gēnu inženērijas» produkts.

Biotehnoloģijas jomā ietilpst virkne procesu, tajā skaitā:

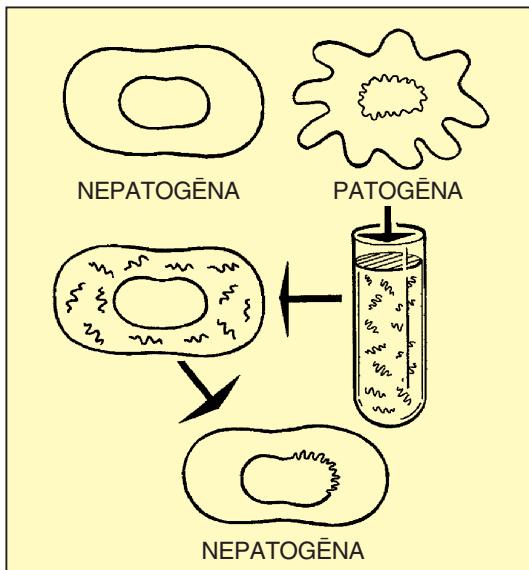
- rūpnieciskā raudzēšana – spirta, etiķskābes, vitamīnu, antibiotiku ražošana, vai alus brūvēšana;
- enzīmu iegūšana (piemēram, tīrišanas līdzekļu enzīmi);
- noteiktu medikamentu iegūšana (insulīns diabētiķiem no baktērijām ar mākslīgi modifētu ģenētisko materiālu);
- vakcīnu iegūšana (medicīnisks preparāts, kas sastāv no novājinātiem vai nonāvētiem infekciju slimību izraisītājiem vai to viel-

maiņas produktiem);

- mājsaimniecību un rūpniecisko notekūdeņu ar augstiemi baktēriju piesārņojuma rādi-tājiem attīrišana;
- bioloģisko ieroču iegūšana militāriem no-lūkiem (loti patogēnas baktērijas vai tok-sīni), ar kuru saistītais risks, nēmot vērā šo darbu slēpto raksturu, ir maz pazīstams.



Biotehnoloģisko procesu potenciālie riska faktori ir dažādi, bet nepieciešams atzīmēt, ka antibiotiku ražošanā pastāv alerģijas risks, ko var radīt aerosolu (gaisā loti smalki izsmidzīnāts šķidrums) vai putekļu ieelpošana, kas cie-

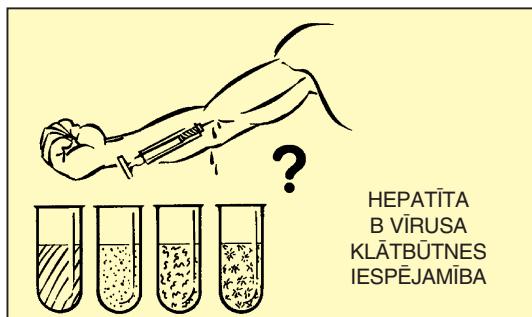
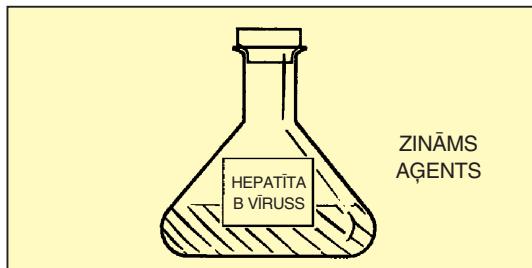


tušajai personai, ja tā cieš no alerģijas, var izraisīt samānas zudumu. Reizēm ir novērotas izmaiņas zarnu baktēriju florā, atsevišķos gadījumos šo baktēriju virulences fāzēs. Tāpat alus rūpniecībā ir novērojamas alerģiska rakstura problēmas, kas izraisa elpošanas traucējumus. Pastāv vairāku ar biotehnoloģiskiem materiāliem saistītu atbildes reakciju veidi. To skaitā, pirmā tipa – jau aprakstītās reakcijas, otrā tipa – atbildes reakcijas, kas izpaužas kā leikocītu un trombocītu (asins plātnīšu) skaita samazināšanās, trešā tipa – drudzis, nieru darbības traucējumi, plaušu alveolu iekaisumi un ādas bojājumi (dermatīts) un ceturtā tipa reakcijas, kurās raksturo novēlota organismā reakcija. Pārējos gadījumos pastāv patogēnu aģentu infekcijas risks.

Darbības metodika

Visbiežāk sastopamais risks, ko nodarbinātājiem rada pakļautība bioloģisko aģentu iedarbībai, ir bioloģisko aģentu aerosolu ieelpošana, kas ir pazīstami ar nosaukumu «bioaerosoli». Patiesībā runa ir par gaisā esošām ļoti nelielā izmēra mikroorganismu (baktērijas, sēnītes vai to sporas, savstarpēji apvienotas vai nē) veidotām daļīņām, kas gaisā ir nokļuvušas spontāni vai kādas mehāniskas darbības rezultātā.

Bioaerosolu veidošanās ir iespējama daudzās darba vidēs: birojos; notekūdeņu attīrišanas iekārtās; laboratorijās, kur tiek veikti pētījumi ar dzīvniekiem; lauksaimniecībā (ieskaitot graudu glabātuves un elevatorus); biotehnoloģiskajās laboratorijās; pārtikas produkta apstrādes uzņēmumos; sanitārajās laboratorijās; lopkopībā; celtniecībā (urbšanas vai rakšanas darbi) u.c.



Izpētes process par bioloģisku aģentu klātbūtni darba vidē sastāv no trīs savstarpēji nodalītām fāzēm:

1. Piesārnotāja identifikācija

Ja pētāmais darba veids ietilpst to darbu grupā, kas paredz apzināti izmantot bioloģiskos aģentus, un līdz ar to ir zināms, kādi aģenti tiks izmantoti darba procesā, tad piesārnotāja identifikācija notiek tūlītēji.

Gadījumos, kad nepastāv apzināts nodoms manipulēt ar bioloģiskajiem aģentiem, bet nemot vērā darba raksturu, rodas aizdomas par ar bioloģiskā aģenta iedarbību saistīta riska iespējamību, varbūtējo klātesošo aģentu identifikācija būs saistīta ar mērišanas metodēm.

2. Piesārņotāja mērišana

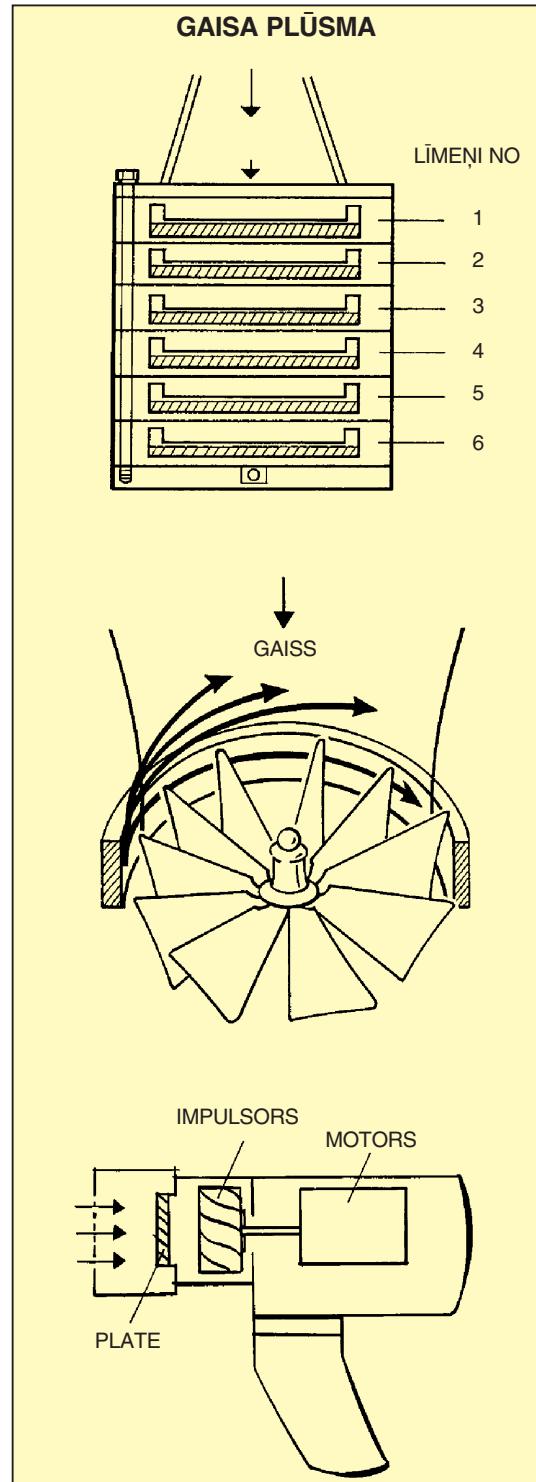
Šo posmu var iedalīt divās daļās. Viena no tām ir parauga ņemšana, bet otra – šī parauga analīze.

Pastāv dažādas bioloģisko aģentu paraugu ņemšanas metodes darba vides gaisā. Šīs metodes līdzinās ķīmisko piesārņotāju ņemšanas metodēm un balstās uz principu, ka noteikta apjoma gaisa plūsma tiek virzīta pret savākšanas plati, izmantojot aspirācijas metodi. Savākšanas platei ir jābūt tādai, kas nepieļautu mikroorganismu iznīcināšanu, jo paraugu apstrāde ir saistīta ar mikroorganismu augšanu līdz redzamam apjomam, lai būtu iespējams veikt to saskaitīšanu.

Bioloģiskā piesārņotāja savākšanas plate parasti sastāv no ļeļejveida vielas agarā, kurai ir pievienoti barošanas elementi, un šajā vielā vairojas savāktie mikroorganismi.

Pēc parauga savākšanas tiek veikta tā kultivēšana. Savākšanas plati izņem no paraugu savācēja un ievieto termostatā, kurā noteiktu laiku un pie noteiktas temperatūras notiek savākto bioloģisko aģentu attīstība. Katrs mikroorganisms vairojas tūkstošiem reižu, veidojot savā apkārtnei daudzus miljonus sākotnējam identisku mikroorganismu, kas kopumā parādās kā acij redzami plankumi kultūras vidē, un tas atvieglo to saskaitīšanu. Šie redzamie plankumi tiek saukti par «kolonijām».

Pirmā, pēc paraugu savākšanas un to apstrādes iegūtā informācija ir kvantitatīva; tas ir – uzrādās parauga vidē esošo mikroorganismu skaits. Pēc koloniju saskaitīšanas iegūtais skaitlis tiek salīdzināts ar noņemtā parauga gaisa apjomu, šādā veidā iegūstot piesārņotāja koncentrācijas līmeni vidē, kas šajā gadījumā ir izteikts kā kolonijas veidojošās vienības gaisa kubikmetrā (KVV/m^3). Šis rādījums nesniedz visu nepieciešamo informāciju, par to, kādam bioloģiskajam piesārņotājam nodarbinātais tiek pakļauts. Lai to noteiktu, tiek izmantotas dažādas mikrobioloģiskās metodes, kas ļauj identificēt dažādus darba vidē klātesošus mikroorganismus un atklāt vai kāds no tiem ir patogēns cilvēkam, ņemot vērā



DARBA METODES



apstākli, ka ne visi vidē klātesošie mikroorganismi izraisa cilvēka saslimšanu.

Pastāv arī otra veida paraugu ņemšanas sistēma, kas ļauj ņemt paraugus citās, no gaisa atšķirīgās vidēs, piemēram: no rokām, darba virsmām, instrumentiem, grīdām/sienām, darba iekārtām, apģērba u.c. Parauga ņemšana notiek savākšanas plati ar barotni tieši kontaktējot ar parauga virsmu. Šādā ceļā iegūtie paraugi tālāk tiek pakļauti līdzīgam procesam, kā iepriekš aprakstīts.

3. Situācijas novērtēšana

Uz doto brīdi mikroorganismu savākšanas, skaitīšanas un identifikācijas metodes ir labi pamatotas, tomēr vispārējie bioloģisko aģentu novērtēšanas kritēriji nav noteikti. To specifiskās īpašības; atsevišķu bioloģisko aģentu spēja mainīt savu ģenētisko struktūru (mutācijas), šādā veidā izmainot savas infekcizōs spējas kā arī lielās to darba vietu/sektoru atšķirības, kuros tie atrodas, padara praktiski neiespējamu atskaites vērtību noteikšanu, kas darbotos visās ar šiem piesārnotājiem saistītajās situācijās. Līdz ar to, šajos gadījumos pielietojamā stratēģija ir pētījumu veikšana un iespējamo kontaminācijas avotu noteikšana, to iznīcināšana, iero-bežošana vai kontrole un to personu me-

dīcīniska uzraudzība, kas varētu tikt pakļauti šo aģentu iedarbībai.

Neraugoties uz iepriekšminēto, pastāv atsevišķi mēģinājumi noteikt minētās atskaites vērtības. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) asociācija ir izstrādājusi ķīmisko un fizisko aģentu novērtēšanas kritērijus – maksimāli pieļaujamās vērtības, un šīs asociācijas Bioaerosolu komiteja izdara dažādu metožu pētījumus, lai izstrādātu bioloģisko aģentu novērtēšanai paredzētus kritērijus. Šīs komitejas darba programma paredz piedāvāt virknī atskaites vērtību, kas būtu spēkā attiecībā tikai uz vienu darbības nozari. Papildus «koncentrācijas» atskaites vērtību izstrādāšanai, šī komiteja piedāvā to katrā atsevišķajā darba sektorā visbiežāk sastopamo mikroorganismu izpēti, kas visticamāk varētu atrasties konkrētajā vidē un kam piemīt kaitīga ietekme uz veselību. Izstrādāšanas fāzē atrodas dokuments par birojiem, bet kopumā ir paredzēts apskatit sekjošās darba nozares: atkritumu savākšanas un pārstrādes iestādes; dzīvnieku pētījumu laboratorijas; lauk-saimniecība, ieskaitot graudu uzglabāšanas vietas; biotehnoloģija, pārtikas rūpniecība (gaļas rūpniecība), viesnīcas, skolas, bērnudārzi un pansionāti.

PREVENTĪVIE PASĀKUMI

Izvēloties preventīvās un aizsardzības metodes, kas būtu piemērojamas situācijām ar iespējamu bioloģisko aģentu klātbūtni, ir jāņem vērā dažātie elementi, kas sastāda jebkuru darba procesu. Tas nozīmē, ka sekojošā prioritārā secībā ir jāapskata: piesārņotāja izmešu avots, izplatīšanās veids, un piesārņojuma saņēmējs, ņemot vērā apstākli, ka augstāka preventīvā pakāpe tiek sasniegta iedarbojoties uz piesārņojuma izmešu avotu. Samazinot piesārņojuma izplūšanu, attiecīgi tiek panākta arī indivīda saņemtās piesārņojuma devas samazināšanās.

Pamatojoties uz šiem principiem turpinājumā tiek apskatīti vairāki preventīvie pasākumi, kas ir piemērojami dažādās darba situācijās, kurās nodarbinātie tiek pakļauti bioloģisku aģentu iedarbībai, vai pastāv aizdomas par šādas pakļautības iespējamību.

Iedarbības metodes uz piesārņojuma avotu Atbilstošu iekārtu un piemērota dizaina izvēle

Iekārtu izvēle un dizains, to atbilstība tehniskajiem jauninājumiem un piemērotu darba procedūru noteikšana, visi šie pasākumi novērš vai samazina piesārņotāja izdalīšanos darba vidē. Šajā apakšnodaļā tiek minēti atsevišķi ilustratīvi piemēri.

Gēnu inženērijas pielietošana tādu vakcīnu izstrādāšanā, kurās tiek izmantota vienīgi neliela patogēnā aģenta frakcija, centrifugēšanas procedūras, kurās tiklab centrifūgas, kā paraugi ir aizvākoti, bioloģisko boksu izmantošana, mehāniskās sūknēšanas sistēmu izmantošana, noteikumu ieviešana drošai paraugu transportēšanai (izturīga un necaurlaidīga tara) un savākšanai (hermētiski trauki), apstrādei (sterilizācija) un atkritumu iznīcināšanai (sadedzināšana).

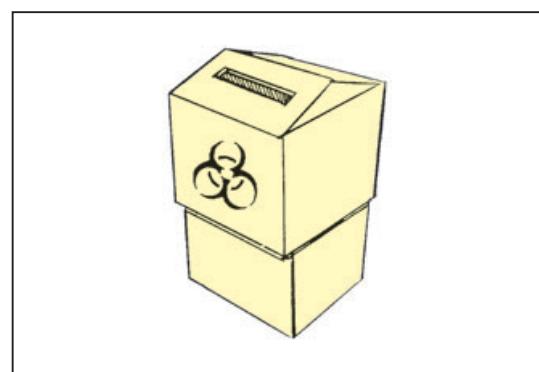
Aizstāšana

Visos gadījumos, kad darba veids to pieļauj,

bioloģiskais aģents ir aizstājams ar citu aģentu, kas ir drošs vai mazāk bīstams darbinieka veselībai.

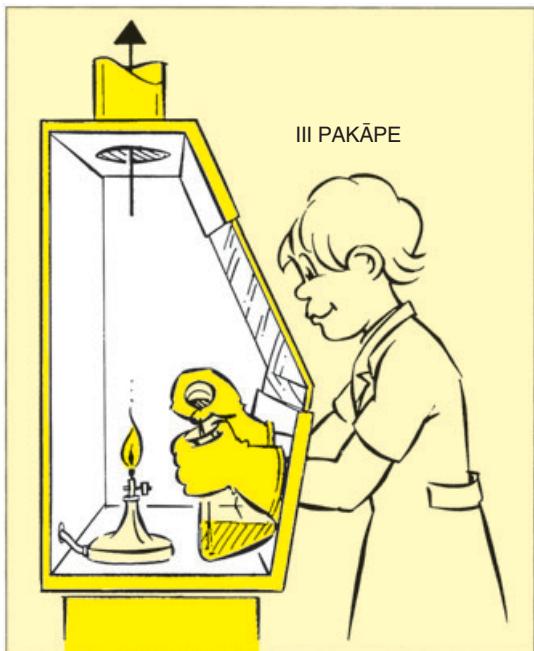
Procesa modifikācija

Darba procesu vai atsevišķu šī procesa operāciju aizstāšana ar citu mazāk piesārņojošu, piemēram: organiskā mēslojuma manuālo savākšanas un manipulācijas metožu aizstāšana ar automātiskām sistēmām.



Procesa norobežošana

Bīstamo operāciju izolāciju var panākt tās norobežojot un līdz ar to samazinot ekspozīcijas apjomu. Kā piemēru var minēt pilnībā slēgtu bioloģisko boksu izmantošanu (paraugu manipulācija, izmantojot gumijas cimdus) darbos ar bīstamiem bioloģiskajiem aģentiem.



Iedarbība uz izplatību vidē

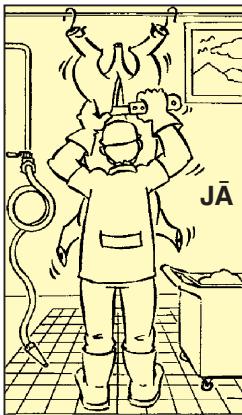
Turpinājumā minētie pasākumi samazina piesārnotāja izplatīšanos.

Tiriba

Atbilstoša darba vietu tīršana visbiežāk palīdz piesārņojuma līmeni samazināt. Sevišķi tas attaisnojas gadījumos, ja piesārnotāji ir bioloģiski aģenti, kas uzkrātajos netirumos atrod piemērotu vidi attīstībai. Kā piemēru var minēt paaugstinātu režīga grīdu izvietošanu virs kanalizācijas renēm, kurās pastāvīgi cirkuļ īdens. Izmantojot šādu risinājumu tiek novērsta īdens vai netirumu uzkrāšanās uz grīdas vai darba virsmām. Tāpat grīdām un darba virsmām ir ieteicams izmantot īdens necaurlaidīgus, viegli tīrāmus materiālus, kas ir izturīgi pret skābēm, sārmiem, šķidinātājiem, dezinficējošiem līdzekļiem, u.c.

Plūsmas ventilācija

Piesārnotā gaisa masā iepludinot tīru gaisu ir iespējams samazināt konkrētas vides piesārņojuma līmeni. Jāievēro, ka šo metodi ir ieteicams lietot vienīgi tad, ja gan piesārņojuma



koncentrācijas līmenis vidē, gan tā bīstamība ir zemi, un nodarbinātie neatrodas piesārnotāja izplatības avota tuvumā.

Tāpat, ja telpa ir nodalīta no pārējām laboratorijas telpām, darba vietā ir svarīgi uzturēt negatīvu spiedienu attiecībā pret atmosfēras spiedienu. Savukārt, ja tā iekļaujas pārējās laboratorijas telpās, ir jāuzturt negatīvs spiediens attiecībā pret apkārtējām telpām.

Atkarībā no manipulējamā bioloģiskā aģenta bīstamības pakāpes darba vietā ieplūstošais un no tās izplūstošais gaiss ir filtrējams ar paaugstinātās efektivitātes gaisa filtru (HEPA = High Efficiency Particulate Air). Filtra efektivitātei jābūt vismaz 99.99% attiecībā uz daļiņām ar diametru 0,3 µm.

Šie pasākumi nodrošina zināmu aizsardzības pakāpi arī tiem nodarbinātājiem, kas nav tieši iesaistīti darbā ar bioloģiskajiem aģentiem, kā arī pārējai sabiedribai.

Vektoru kontrole

Daudzos gadījumos insekti un grauzēji ir nesimptomātiski patogēnu bioloģisko aģentu nēsātāji un tādējādi kļūst par to izplatītājiem.

Uz piesārņojuma saņēmēju vērstas darbības

Iedarbība uz piesārņojuma saņēmēju attaisnojas tajos gadījumos, kad uz piesārņojuma avotu un darba vidi vērstās darbības nav iespējamas, vai ir nepietiekamas. Kā piemēru iespējams minēt visu nodarbinātu vakci-

nēšanu (piemēram, veselības aprūpes darbinieku vakcinēšana pret hepatītu B, pret tuberkulozi u.c.).

Apmācība un infomēšana

Pastāv uzskats, ka, veicot pilnīgu apmācību par veicamā darba uzdevuma izpildi un preventīvajiem pasākumiem, ir panākama apzinīgāka drošības priekšnoteikumu ievērošana no nodarbināto pusēs. Kā piemēru var minēt: skaidri saprotamu, pilnīgu, rakstisku un nodarbinātajiem pieejamu instrukciju nodrošinājums par darba procedūrām, evakuācijas plāniem, rīcību, ja noticis nelaimes gadījums darbā, kā arī apmācības veikšanu periodiski un ik reizi tajos gadījumos, kad notiek izmaiņas darba procesā vai pielietojamajā tehnoloģijā, skaidri saprotamas un konkrētas informācijas izplatīšanu par ar bioloģisko aģēntu manipulāciju saistītajiem riska faktoriem un pieņemtās bioloģiskās bīstamības zīmes, kā arī citu brīdinājuma zīmju lietošanu.

Piesārņotāja iedarbībai pakļauto nodarbināto skaita samazināšana

Ir saprotams, ka šī metode nesamazina piesārņotāja koncentrāciju, toties samazina nodarbināto skaitu, kas pakļauti piesārņotāja iedarbībai, līdz ar to samazinot kaitējuma iespēju.

Individuālie aizsardzības pasākumi

Individuālie aizsardzības līdzekļi un apģērbs būtu izmantojams kā pēdējais līdzeklis nodarbināto aizsardzībai un vienīgi ūnos laika periodos un konkrētu uzdevumu veikšanai, bez tam ievērojot to lietošanas, uzglabāšanas un tehniskās apkopes instrukcijas.

Bioloģisko aģēntu manipulācijas procesos ir ieteicams izmantot tādu darba apģērbu (virsvalkus, spectērus), kam būtu pēc iespējas mazāk ieloču, kroku un kabatu un kuru aizdare atrastos mugurpusē. Ejot uz darba iestādes citām telpām (kafejnīca, atpūtas telpas u.c.), virsējais darba apģērbs ir nomaināms pret tīru apģērbu.

Sanitārās telpas

Darbinieki ir jānodrošina ar piemērotām atpūtas un sadzīves telpām, ieskaitot acu mazgāšanai paredzētus un/vai ādas antisepstikos līdzekļus.

Ja laboratorijās tiek izmantoti 4. grupas bioloģiskie aģenti, ieejai šajās telpās jābūt atdalītai ar izolējošiem vestibiliem – ienākot personāls pilnībā nomaina drēbes un iznākot nomazgājās dušā pirms no jauna uzvelk ielas apģērbu.

Medicīniskā un sanitārā uzraudzība

Šī pasākuma mērķis ir noskaidrot, kuri no darbiniekiem ir ipaši jūtīgi pret bioloģisko aģēntu iedarbību un kontrolēt visu pakļauto nodarbināto stāvokli.

Ir jāveic iepriekšējas, kā arī periodiskas veselības pārbaudes, nēmot vērā katras individuālā iepriekšējā slimības vēsturi. Ir vēlams un atsevišķos gadījumos nepieciešams izdarīt fiziskā stāvokļa pārbaudi un seroloģiju, lai iegūtos datus izmantotu kā atskaites rādītāju.

Sievietēm reproduktīvajā vecumā ir jāsniedz skaidra un nepārprotama informācija par riska faktoriem, kādus attiecībā uz augli var radīt tādu mikrobioloģisku aģēntu kā masaliņu vīrusa un citomegalovīrusa iedarbība.

Nodarbinātie, kas iziet ārstēšanās kursu ar imūno sistēmu stimulējošiem medikamentiem, nedrīkst strādāt procesos, kur tiek izmantoti augstas riska pakāpes (3. un 4. grupas) bioloģiskie aģenti.

Eiropas Padomes Direktīva (2000/54/EC) un uz tās pamata Latvijā pieņemtie Ministru kabineta noteikumi Nr. 189 (pieņemti 2002.g. 21. maijā) «Darba aizsardzības prasības, saskarties ar bioloģiskām vielām» bez jau apskatītajiem vispārējiem aizsardzības pasākumiem nosaka virkni ipašu pasākumu, kas ir piemērojami attiecībā uz rūpnieciskajiem procesiem, laboratorijām un dzīvnieku turēšanas vietām. Šie pasākumi un stingribas līmenis, kādā tie ir pielietojami, tiek iedalīti trīs pakāpēs (2., 3. un 4.), kas tiek sauktas par «izolācijas pakāpēm».

IZOLĀCIJAS PASĀKUMI RŪPNIECISKAJOS PROCESOS

IZOLĀCIJAS PASĀKUMI	IZOLĀCIJAS PAKĀPES		
	2	3	4
1. Darbības ar dzīvotspejīgiem organismiem būtu jāveic sistēmā, kas šo procesu fiziski atdala no apkārtējās vides	Jā	Jā	Jā
2. Izplūdes gāzes no slēgtas sistēmas jāapstrādā tā lai:	Samazinātu to izplatīšanos	Nepieļautu to izplatīšanos	Nepieļautu to izplatīšanos
3. Paraugu nemšana, materiālu ievietošana slēgtā sistēmā un dzīvotspejīgu organismu pārnešana uz citu slēgtu sistēmu būtu jāveic tā, lai:	Samazinātu to izplatīšanos	Nepieļautu to izplatīšanos	Nepielautu to izplatīšanos
4. Lielus daudzumus barotnes nevajadzētu izņemt no slēgtas sistēmas, ja vien dzīvotspejīgie organismi tajā nav:	Inaktivēti ar pārbaudītas efektivitātes līdzekļiem	Inaktivēti ar pārbaudītas efektivitātes kīmiskiem vai fizikāliem līdzekļiem	Inaktivēti ar pārbaudītas efektivitātes kīmiskiem vai fizikāliem līdzekļiem
5. Telpu dizainam vajadzētu būt veidotam tā, lai:	Samazinātu izplūdes	Nepieļautu izplūdes	Nepieļautu izplūdes
6. Slēgtajām sistēmām būtu jāatrodas kontrolētā teritorijā	Pēc izvēles	Pēc izvēles	Jā, izveidotā īpaši šim nolūkam
a) būtu jāizvieto bioloģiskās bīstamības brīdinājuma zīmes	Pēc izvēles	Jā	Jā
b) piekļuvi darba vietai būtu jāatlauj tikai ipaši norikotiem darbiniekiem	Pēc izvēles	Jā	Jā, caur slūžām
c) nodarbinātajiem būtu jāvalkā aizsargapgārbs	Jā, darba apģērbs	Jā	Jā
d) nodarbināto ricibā būtu jābūt dekontaminācijas un mazgāšanas iekārtām	Jā	Jā	Jā
e) darbiniekam pirms kontrolētās teritorijas atstāšanas būtu jāiet dušā	Nē	Pēc izvēles	Jā
f) noteiküdeņi no izlietnēm un dušām būtu jāsavāc un, pirms to novadišanas, jāveic inaktivācija	Nē	Pēc izvēles	Jā
g) kontrolētajā teritorijā būtu jāveic atbilstoša vēdināšana, lai līdz minimumam samazinātu atmosfēras piesārnojumu	Pēc izvēles	Pēc izvēles	Jā
h) kontrolētajā teritorijā būtu jāuztur gaisa spiediens, kas ir zemāks par atmosfēras spiedienu	Nē	Pēc izvēles	Jā
i) ieplūdes un izplūdes gaiss kontrolētajā teritorijā būtu jāfiltrē ar HEPA filtru	Nē	Pēc izvēles	Jā
j) kontrolētās teritorijas dizainam būtu jābūt tādam, lai nepieļautu slēgtās sistēmas satura izplūšanu	Nē	Pēc izvēles	Jā
k) kontrolētajai teritorijai jābūt noslēdzamai, lai varētu veikt dezinfekciju	Nē	Pēc izvēles	Jā
l) noteiküdeņu attīrišana pirms to galigās novadišanas	Inaktivēti ar pārbaudītas efektivitātes līdzekļiem	Inaktivēti ar pārbaudītas efektivitātes kīmiskiem vai fizikāliem līdzekļiem	Inaktivēti ar pārbaudītas efektivitātes kīmiskiem vai fizikāliem līdzekļiem

**IZOLĀCIJAS PASĀKUMI ATTIECĪBĀ UZ LABORATORIJĀM UN
DZĪVΝIEKU TURĒŠANAS VIETĀM**

IZOLĀCIJAS PASĀKUMI	IZOLĀCIJAS PAKĀPES		
	2	3	4
1. Darba vieta jānorobežo no visām pārējām darbibām tajā pašā ēkā	Nē	Ieteicams	Jā
2. Ieplūdes un izplūdes gaiss darba vietā jāfiltrē izmantojot paaugstināta jūtīguma gaisa filtrus (HEPA) vai līdzvērtīgā veidā	Nē	Jā, izplūdes gaiss	Jā, ieplūdes un izplūdes gaiss
3. Piekļuve darba vietai jāatļauj tikai īpaši norīkotiem darbiniekiem	Ieteicams	Jā	Jā, caur hermētiski noslēgtu telpu
4. Darba vietai jābūt noslēdzamai, lai varētu veikt dezinfekciju	Nē	Ieteicams	Jā
5. īpašas dezinfekcijas procedūras	Jā	Jā	Jā
6. Darba vietā jāuztur spiediens, kas ir zemāks par atmosfēras spiedienu	Nē	Ieteicams	Jā
7. Efektīva pārnēsātāju, piemēram, grauzēju un insektu kontrole	Ieteicams	Jā	Jā
8. Ūdens necaurlaidīgas un viegli tīrāmas virsmas	Jā, darba virsmas	Jā, darba virsmas un grīdas	Jā, darba virsmas, sienas, grīdas un griesti
9. Virsmas noturīgas pret skābēm, sārmiem, šķidinātājiem, dezinfekcijas līdzekļiem	Ieteicams	Jā	Jā
10. Paaugstinātas drošības glabātuve bioloģiskajiem aģentiem	Jā	Jā	Jā, droša glabāšana
11. Novērošanas lodiņš vai tā analogs, lai varētu redzēt telpā esošos	Ieteicams	Ieteicams	Jā
12. Nepieciešamajām iekārtām jāatrodas laboratorijā uz vietas	Nē	Ieteicams	Jā
13. Darbības ar inficēto materiālu, ieskaitot no dzīvniekiem ķemto materiālu, jāveic drošības kamerā, izolatorā, vai citā piemērotā izolētā telpā	Vajadzības gadījumā	Jā, infekcjozais aģents izplatās gaisā	Jā
14. Kremēšanas iekārta mirušo dzīvnieku ķermeņu iznīcināšanai	Ieteicams	Jā (jābūt pieejamai)	Jā, uz vietas

Šīs izolācijas pakāpes attiecīgi atbilst 2., 3. un 4. bioloģisko aģentu piederības grupām.

Citiem vārdiem, ja notiek darbības ar bioloģisku aģentu, kas pieder, piemēram, pie 3. grupas, tad laboratorijas, darba procedūras, atkri-tumu apstrāde u.c. ir jāveic saskaņā ar 3. izolācijas pakāpei atbilstošajām prasībām. Šo pasā-

kumu mērķis ir nepieļaut vai samazināt bioloģisko aģentu noplūdes vai izplatīšanos vidē.

148. un 149. lappusēs uzrādītajās tabulās ir sīkāk izklāstīti ieteicamie pasākumi un izolācijas pakāpes, kas ir piemērojami attiecībā uz rūpnieciskajiem procesiem, laboratorijām un dzīvnieku turēšanas vietām.

LITERATŪRA

GRĀMATAS

1. «Higiene Industrial», Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trajabo, 1999. gads, 184 lpp., ISBN 84-7425-378-0.
2. Darba medicīna, Maija Eglīte, Rīga, 2000.gads, 704 lpp., ISBN 9984-9404-0-3.
3. Darba vides riska faktori un strādājošo veselības aizsardzība, Valda Kalķa un Ženijas Rojas redakcijā, Elpa, Rīgā, 2001.gads, 500 lpp., ISBN 9984-543-69-2.

TIESĪBU AKTI

Likumi

Darba aizsardzības likums (pieņemts 06.06.2001., stājas spēkā ar 01.01.2002.)

Ministru kabineta noteikumi

1. Ministru kabineta 1998.gada 27.oktobra noteikumi Nr. 418 «Kārtība, kādā aizpildāmas un nosūtāmas ķīmisko vielu un ķīmisko produktu drošības datu lapas» (spēkā no 01.01.1999.).
2. Ministru kabineta 2001.gada 23.augusta noteikumi Nr. 379 «Darba vide iekšējās uzraudzības veikšanas kārtība» (spēkā no 01.01.2002.).
3. Ministru kabineta 2002.gada 12.marta noteikumi Nr. 107 «Ķīmisko vielu un ķīmisko produktu klasificēšanas, marķēšanas un iepakošanas kārtība» (spēkā no 30.07.2002.).
4. Ministru kabineta 2002.gada 27.marta noteikumi nr. 125 «Darba aizsardzības prasības darba vietās» (spēkā no 27.03.2002., pārejas periods līdz 31.12.2004.).
5. Ministru kabineta 2002.gada 9.aprīļa noteikumi Nr. 149 «Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu» (spēkā no 13.04.2002.).
6. Ministru kabineta 2002.gada 21.maija noteikumi Nr. 189 «Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar bioloģiskajām vielām» (spēkā no 01.01.2003.).
7. Ministru kabineta 2002.gada 6.augusta noteikumi Nr. 344 «Darba aizsardzības prasības, pārvietojot smagumus» (spēkā no 10.08.2002.).

8. Ministru kabineta 2002.gada 20.augusta noteikumi Nr. 372 «Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus» (spēkā no 24.08.2002.).
9. Ministru kabineta 2002.gada 20.augusta noteikumi Nr. 373 «Darba aizsardzības prasības darbā ar azbestu» (spēkā no 24.08.2002.).
10. Ministru kabineta 2002.gada 3.septembra noteikumi Nr. 399 «Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar ķīmiskajām vielām darba vidē» (spēkā no 07.09.2002., pārejas periods līdz 01.07.2003.).
11. Ministru kabineta 2002.gada 3.septembra noteikumi Nr. 400 «Darba aizsardzības prasības drošības zīmu lietošanā» (spēkā no 07.09.2002.).
12. Ministru kabineta 2002.gada 3.septembra noteikumi Nr. 526 «Darba aizsardzības prasības, lietojot darba aprīkojumu un strādājot augstumā» (spēkā no 13.12.2002., pārejas periods līdz 01.07.2004.).
13. Ministru kabineta 2003.gada 4.februāra noteikumi Nr. 66 «Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trokšņa radīto risku» (spēkā no 08.02.2003.).

Standarti

1. LVS 89:1998 «Ķīmisko vielu aroda ekspozīcijas robežvērtības darba vides gaisā».
2. LVS ISO 1996/1:1982 «Akustika - vides trokšņa raksturošana un mērišana» 1. daļa.
3. LVS ISO 9612:1997 «Akustika - Norādījumi darba vides trokšņa mērišanai un novērtēšanai».
4. LVS 446:2003 «Ugunsdrošībai un civilai aizsardzībai lietojamās drošības zīmes un signālkrāsojums»
5. LVS ENV 25349:1992 «Mehāniskā vibrācija – Norādījumi uz cilvēka roku pārvadītās vibrācijas mērišanai un novērtēšanai».
6. Standarts ISO 2631-1 «Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration» Part 1.
7. LVS ENV 50166 – 1:1995 «Elektromagnētiskā lauka iedarbība uz cilvēku. Zemas frekvences (0 Hz-10 kHz)».
8. LVS ENV 50166- 2:1995 «Elektromagnētiskā lauka iedarbība uz cilvēku. Augstas frekvences (10 kHz līdz 300 GHz)».